Aus dem Institut für Arbeitsmedizin
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Heinz Weichardt

# GESUNDHEITSGEFAHREN DURCH PFLANZENSCHUTZMITTEL IN DER LANDWIRTSCHAFT UND MÖGLICHKEITEN IHRER VERHÜTUNG.

## Eine Umfrage in Landwirtschaftsbetrieben

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Theoretische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Helmut Josef Scheerer
aus Isny

1977

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523707_0058

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin
der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Heinz Weichardt

# GESUNDHEITSGEFAHREN DURCH PFLANZENSCHUTZMITTEL IN DER LANDWIRTSCHAFT UND MÖGLICHKEITEN IHRER VERHÜTUNG.

## Eine Umfrage in Landwirtschaftsbetrieben

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Theoretische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Helmut Josef Scheerer
aus Isny

1977

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. R. Jacob

1. Berichterstatter: Professor Dr. H. Weichardt

FOTO - SCHNELLDRUCK Hans - Joachim Köhler - 74 TÜBINGEN - Neue Strasse 11

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. H. Weichardt für die Überlassung der Arbeit und Frau Dr. I. Elster für die freundliche Beratung bei Stellung und Ausarbeitung des Themas.

INHALTSVERZEICHNIS


| | Seite |
|---|---|
| 1. Einleitung | 1 |
| 2. Allgemeines zur Schädlingsbekämpfung | 3 |
| 2.1. Entwicklung des Pflanzenschutzes Organisation und Institutionen Zulassung von Pflanzenschutzmitteln | 3 |
| 2.2. Einteilung der Pflanzenschutzmittel | 6 |
| 2.3. Anwendungsarten von Pflanzenschutzmitteln | 9 |
| 3. Toxikologie der Pflanzenschutzmittel | 12 |
| 3.1. Allgemeines, Einteilung, Vergleich der Toxizität | 12 |
| 3.2. Gewerbetoxikologische Probleme | 15 |
| 3.3. Organische Phosphorsäureester | 15 |
| 3.4. Carbamate | 22 |
| 3.5. Halogenkohlenwasserstoffe | 22 |
| 3.6. Andere Pflanzenschutzmittel | 24 |
| 4. Technologische Fragen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln | 27 |
| 5. Siebente Berufskrankheitenverordnung | 29 |
| 6. Statistik | 30 |
| 7. Maßnahmen zur Unfallverhütung | 32 |
| 7.1. Arbeitshygiene | 32 |
| 8. Untersuchungsmethoden | 35 |
| 8.1. Messung von Arbeitsplatzkonzentrationen, Arbeitsbedingungen, klinische Untersuchung der Arbeiter | 35 |
| 8.2. Verschiedene Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Cholinesteraseaktivität | 35 |

Seite

8.3. Identifizierung der Pflanzenschutzmittel (Pestizide) 37

9. Gesetzliche Bestimmungen 38

10. MAK - Werte 40

11. Eigene Untersuchungen 44

11.1. Zur Methode der Untersuchung 44

11.2. Angewandte Pflanzenschutzmittel (Pestizide) 45

11.3. Zeitdauer der Spritztätigkeit 46

11.4. Angewandte Stoffgruppen und Häufigkeit von Vergiftungen 46

11.5. Stoffgruppen und aufgetretene Symptome bei Vergiftungen 47

11.6. Vergiftungen bei verschiedenen anderen Pflanzenschutzmitteln 49

11.7. Stoffgruppen und Angaben über Ursachen der Vergiftungen 51

11.8. Beschreibung von fünf Vergiftungsfällen 52

12. Diskussion der Ergebnisse 53

13. Ergebnisse im Vergleich zur vorliegenden Literatur 58

14. Zusammenfassung 59

15. Literaturverzeichnis 61

Lebenslauf

## 1. EINLEITUNG

Pflanzenschutzmittel sind ein entscheidender Faktor zur Steigerung des landwirtschaftlichen Ertrages geworden. In den hochindustrialisierten Ländern führen sie zu einer Senkung der Produktionskosten, in den Entwicklungsländern setzen sie Kräfte für die Industrialisierung frei und retten Millionen von Menschen vor dem Hungertod.

Eine herausragende Stellung nehmen die Insektizide bei der Bekämpfung seuchenübertragender Insekten (Fiebermücke, Tsetsefliege, Kleiderläuse, Pestflöhe u. a.) ein. Nach Schätzungen haben z. B. DDT und seine Derivate innerhalb der ersten 8 Jahre ihrer Anwendung ungefähr 100 Millionen Erkrankungen verhütet (49, 65).

In einer Veröffentlichung der Britischen Regierung über die Geschichte des DDT vom 2. August 1944 "Synthetic Insecticide which stopped a Typhus Epidemic" wird berichtet, daß mehr Menschen an Epidemien der Nachkriegsjahre starben als Menschen durch kriegerische Handlungen des Feindes zugrunde gegangen sind. Die Zahl der in Indien durch Malariaerkrankung verursachten Todesfälle in Friedenzeiten wird mit 2 Millionen angegeben (72).

Ernährungspolitisch am bedeutendsten sind die Reisverluste im Mittel- und Südostasiatischen Raum durch Stengelbohrer und Pflanzenkrankheiten. Die Reisernte in Japan stieg mit Einsetzen des Pflanzenschutzes 1953 bis zum Jahre 1965 pro Hektar beinahe auf das Doppelte an (12).

Die Pflanzenschutzmittelerzeugung der USA wird für das Jahr 1967 mit 490 000 t angegeben. Nach Angabe der WHO werde die Weltproduktion von DDT und seinen Derivaten für das Jahr 1968 auf 4 Millionen Tonnen veranschlagt (49).

Mit der vermehrten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nahmen auch Hinweise auf die toxische Gefährlichkeit dieser Stoffe für den Menschen und die Tierwelt zu. Es wurden Störungen im ökologischen Gleichge-

wicht beobachtet. Einige fischfressende Vogelarten, wie die Wanderfalken, Fischadler, der Kormoran sind vom Aussterben bedroht. Untersuchungen in Australien ergaben Dieldrinkonzentrationen in der Muttermilch, die beim 70-fachen des duldbaren Maximalwertes lagen.

Neben Rückstandsbildung durch Pflanzenschutzmittel wurden immer wieder Vergiftungsfälle bei Menschen, die aus gewerblichen Gründen in engen Kontakt mit Pflanzenschutzmitteln kommen, beobachtet. Betroffen waren vor allem Arbeiter in Produktionsstätten von Pflanzenschutzmitteln, Obstbauern und Landwirte. Auch Vergiftungsfälle mit suicidaler Absicht oder durch versehentliche Einnahme dieser Giftstoffe stellen eine relativ hohe Vergiftungsquote dar.

Trotz des stark angestiegenen Verbrauchs an Pflanzenschutzmitteln, ist die Zahl der bei den Berufsgenossenschaften gemeldeten Unfälle durch Pflanzenschutzmittel nicht entsprechend angestiegen (63). Es liegt daher die Vermutung nahe, daß diese Statistiken nicht das wirkliche Ausmaß der Intoxikationen widerspiegeln. Die vorliegende Untersuchung hat sich deshalb zur Aufgabe gestellt, diese Frage durch eine Umfrage bei Landwirten zu klären.

## 2. ALLGEMEINES ZUR SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG

### 2.1. Entwicklung des Pflanzenschutzes, Organisation und Institutionen, Zulassung von Pflanzenschutzmitteln

Der Beginn des chemischen Pflanzenschutzes läßt sich auf das Jahr 1853 datieren, in dem Anton de Bary sich mit seiner Arbeit über den Getreidebrandpilz in Tübingen habilitierte. Er wies nach, daß die Pilze nicht Folge, wie bis dahin angenommen, sondern Ursache der Pflanzenkrankheit waren. Durch die damit eingeleitete Erforschung der Erreger war die Grundlage für die Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes geschaffen (7).

Die Anwendung der Pflanzenschutzmittel fand zu Beginn des 20. Jahrhunderts bereits eine derartige Verbreitung, daß sich amerikanische und europäische Regierungen zur Einschränkung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln gezwungen sahen. In Deutschland erschien das erste Pflanzenschutzmittelverzeichnis im Jahre 1927, es enthielt damals 55 Mittel. Im Jahre 1948 waren es 471 Pflanzenschutzmittel, die im Jahre 1973 auf nahezu 2 000 mit 280 Wirkstoffen anstiegen (4, 56).

Am 15. Mai 1963 wurde der Kennedy-Bericht, der von 25 Experten ausgearbeitet wurde, veröffentlicht. Der Titel lautete: "Über den Gebrauch von Pesticiden". Er wies ebenso wie der Whitten-Report, der 2 Jahre später erschien, auf die Gefahren der Umweltvergiftung hin. Der Whitten-Report wurde von 185 Wissenschaftlern und 23 Ärzten erstellt. In der Bundesrepublik wurde 1959 eine Senatskommission[+] für Pflanzenschutz-, Pflanzenbehandlungs- und Vorratsschutzmittel eingesetzt. Dieser Kommission wurden auch Beratungsfunktionen für die gesetzgebenden Organe zugewiesen.

---

[+] Diese Senatskommission wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft ins Leben gerufen.

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, stellt die bundeseinheitliche Organisation des Pflanzenschutzes mit zahlreichen Forschungsinstituten dar (33, 42).

Institute und Dienststellen sind:

In Berlin:
Institut für Bakteriologie
Institut für Mykologie
Institut für nichtparasitäre Pflanzenkrankheiten
Institut für Zoologie
Institut für Vorratsschutz
Institut für Zierpflanzenkrankheiten
Institut für Pflanzenmittelforschung
Dienststelle für wirtschaftliche Fragen und Rechtsangelegenheiten im Pflanzenschutz
Bibliothek
Dokumentationsschwerpunkt Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz
Informationszentrum für tropischen Pflanzenschutz
Bildstelle

In Braunschweig:
Institut für Botanik
Institut für Unkrautforschung
Institut für landwirtschaftliche Virusforschung
Institut für Biochemie
Abteilung für Pflanzenschutzmittel und -geräte
Institut für botanische Mittelprüfung
Institut für chemische Mittelprüfung
Institut für zoologische Mittelprüfung
Institut für Anwendungstechnik
Bibliothek
Bildstelle
Hauptverwaltung

Die von der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und -geräte in Braunschweig ausgesprochene Zulassung von Pflanzenschutzmitteln muß im Einvernehmen mit dem Bundesgesundheitsamt erfolgen, um die Gefahr einer Schädigung von Mensch und Tier abzuwenden. Die Zulassung wird bis zu zehn Jahren erteilt; sie kann verlängert oder beim Vorliegen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse vorzeitig zurückgezogen werden. Die Veröffentlichung der Zulassung erfolgt in regelmäßigen Abständen im Bundesanzeiger. Mittel und ihre Anwendungsformen einschließlich der Wartezeiten werden im Pflanzenschutzmittelverzeichnis (Merkblatt Nr. 1), das von der Biologischen Bundesanstalt herausgegeben wird, veröffentlicht.

Nur amtlich geprüfte und zugelassene Pflanzenschutz- und Vorratsschutzmittel dürfen das unten abgebildete Zulassungszeichen mit der Zulassungsnummer tragen.

Das Institut für chemische Mittelprüfung arbeitet an der Untersuchung auf Rückstände im Erntegut und an Daten zur Festlegung der Höchstmengenverordnung, Toleranzen, Wartezeiten, usw.

2.2. Einteilung der Pflanzenschutzmittel (17, 18, 36, 48, 65).

a) Einteilung nach Art der Schädlinge:

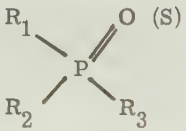
| | | |
|---|---|---|
| Insektizide | - | insektenabtötende Mittel |
| Herbizide | - | Mittel gegen Unkräuter |
| Fungizide | - | pilzabtötende Mittel |
| Akarizide | - | Mittel gegen Spinnmilben |
| Nematizide | - | Mittel gegen Nematoden |
| Molluskizide | - | Mittel gegen Schnecken |
| Rodentizide | - | Mittel gegen Nagetiere |

In der Gruppe der Herbizide lassen sich Herbizide, die gegen Unkräuter gerichtet sind, von solchen unterscheiden, die zusätzlich als "Wuchsstoffmittel" dienen und das Wachstum des Getreides zugunsten einer größeren Frucht hemmen.

Gegen pilzliche Keimlingskrankheiten gerichtete Mittel werden Beizmittel genannt.

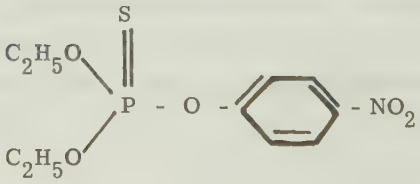
b) Einteilung nach Art der chemischen Zusammensetzung

Organische Phosphorverbindungen



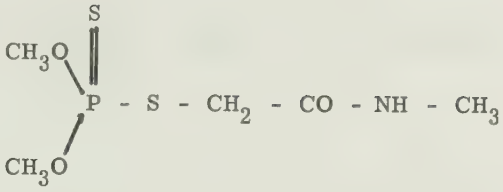

Monothioester:

Parathion



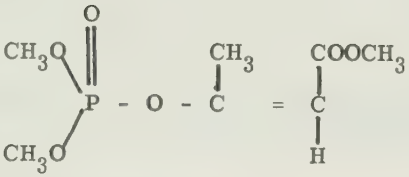
Dithiophosphorsäureester

Dimethoat



Phosphorsäureester

Mevinphos



trans-isomer: . . . - C(H) - C(COOCH$_3$)

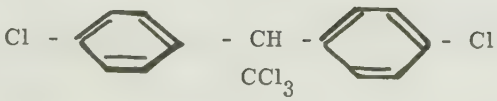
Carbamate:

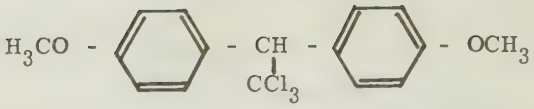
$R_1 - O - CO - NH - CH_3$

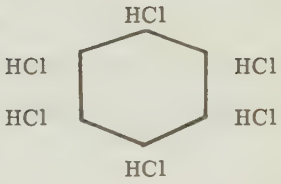
Carbaryl $O - CO - NH - CH_3$

Chlorierte Kohlenwasserstoffe:

Dichlordiphenyl-trichloräthan (DDT)



Methoxychlor 

Lindan ( $\gamma$-Hexachlorcyclohexan) 

weitere chlorierte Kohlenwasserstoffe sind Aldrin, Dieldrin, Toxaphen und Endosulfan.

Andere Insektizide:

Zu den synthetischen Insektiziden gehören noch das chlorierte Inden, Mineralöle, Piperonylbutoxyd, Piperidinbasen und als Vergasungsmittel Acrylnitrit, Äthylenoxyd, Blausäure, Methylbromid, Phosphorwasserstoff. Insektizide pflanzlicher Herkunft, die durch andere Mittel weitgehend verdrängt wurden, sind Nikotin und Pyrethrum.

Organische Herbizide (39, 41, 45):

a) Fettsäuren und Derivate
b) Aryloxyfettsäuren und Derivate ("Wuchsstoffmittel")
c) Aryl- und heterocyclische Carbonsäuren und Derivate
d) Carbaminsäurederivate
e) Thiocarbaminsäurederivate
f) Harnstoffderivate
g) Heterocyclische Verbindungen mit 2 Ring-N (Diazine)
h) Heterocyclische Verbindungen mit 3 Ring-N (Triazol, Triazin)
i) Dipyridiniumverbindungen
k) Nitrophenole, Nitryniline und Derivate

Anorganische Herbizide:
Kupfer- und Eisenvitriol, Nariumchlorat, Kainit, Kalkstickstoff.

Fungizide:
Die anorganischen Fungizide enthalten Kupfer oder Schwefel oder beides.

Weitere Pflanzenschutzmittel
(Unter den Ratten- und Mäusebekämpfungsmitteln gibt es außer den Fraßgiften Begasungsmittel wie z. B. Polytanol, das Phosphorwasserstoff bildet).
Unter den Beizmitteln gibt es organische Quecksilberverbindungen.

2. 3. Anwendungsarten von Pflanzenschutzmitteln (75)

Spritz- und Stäubemittel
Spritzmittel haften länger als Stäubemittel und wirken deshalb länger. Beide Mittel werden zur Vernichtung von Larven, Käfern, Blattläusen und zur Bekämpfung pilzlicher Krankheiten wie Schorf am Obst eingesetzt.
Beim Sprühverfahren ist der Tröpfchendurchmesser 50 µ bis 150 µ, beim Spritzvorgang sind die Teilchen größer, beim Nebel kleiner. Das Sprühverfahren erfordert besonders günstige Windverhältnisse, da die kleinen Teilchen eine große Schwebefähigkeit haben. Ansonsten findet dieses Verfahren Anwendung in der Raumaussprühung.

Beim Aerosolverfahren wird der Wirkstoff in ein Lösungsmittel gegeben, das beim Austritt verdunstet und einen ganz fein verteilten Wirkstoffnebel hinterläßt. Dieser dringt in kleinste Ritzen ein und ist deshalb geeignet, versteckt lebendes Hausungeziefer sowie Vorratsschädlinge zu erreichen.

Saatbeizmittel
Sie werden meist in Pulverform angeboten und dienen der Vernichtung

der dem Saatgut anhaftenden Pilzsporen. Bei Naßbeizmitteln wird mit einer Lösung oder Aufschwemmung das Saatgut eingetaucht oder übergespritzt, bei Trockenbeizmitteln wird das Saatgut eingestäubt. Außerdem gibt es besondere Naß- bzw. Trockenbeizgeräte.

Ködermittel
Dies sind Gifte, die Ködern beigemengt werden, um Schadinsekte und kleinere Tiere zu vertilgen.

Begasungs- und Räuchermittel
Sie dienen vor allem der Abtötung von Schadinsekten in Gewächshäusern. Phosphorwasserstoff ist nur dazu bevollmächtigten Personen vorbehalten.

Gießmittel
Sie dienen der Abtötung von Bodenschädlingen und ihren Entwicklungsstadien im Boden. Es können damit die Kohl-, Zwiebel-, Möhrenfliegen und auch der Drahtwurm bekämpft werden.

Die Flüssigkeit wird entweder an den Stengelgrund der zu schützenden Pflanzen oder der Boden vor dem Bepflanzen begossen.

Streumittel
Darunter werden Mittel verstanden, die als Pulver zur Abtötung von Schädlingen auf dem Boden ausgestreut werden.

Tauchverfahren
Gertenförmige Triebe junger Obstbäume können zur Bekämpfung von Pflanzenläusen in Flüssigkeit getaucht werden.

Pinselverfahren

Hiermit können Blutläuse bekämpft werden. Spritzungen sind wenig wirksam, weil diese Läuse haarartige Wachsausscheidungen absondern.

Nach dem Zeitpunkt der Anwendung lassen sich Winterspritzmittel, die in der Regel bei Obstbäumen bis zum Knospenschwellen gespritzt werden, bei Pfirsichen jedoch vor Beginn des Knospenschwellens beendet sein sollten, von Austriebspritzmitteln unterscheiden, die vom Knospenschwellen bis zum Beginn des Austriebes gespritzt werden (77).

## 3. TOXIKOLOGIE DER PFLANZENSCHUTZMITTEL

### 3.1. Allgemeines, Einteilung, Vergleich der Toxizität

Gewerbliche Vergiftungen hängen von der Toxizität der Substanz, individuellen Konstitution und arbeitshygienischen Bedingungen ab. Die individuellen Unterschiede in der Reaktion auf toxische Substanzen sind oft erblich. Die toxische Reaktion kann durch eine Vorschädigung der Leber gesteigert sein oder zum Beispiel auch durch ein erheblich fixiertes verändertes Enzymmuster der Cholinesterasen mit gesteigerter toxischer Reaktion auf Cholinesteraseblocker. Toxische Reaktionen können sich im Laufe einer chronischen Aufnahme von bestimmten Giften ändern. Bei einer Gewöhnung wie sie z. B. bei Chlor, Ammoniak und Arsen eintreten kann, sinkt die Empfindlichkeit, bei anderen Stoffen wie z. B. Schwefelwasserstoff und Kohlenoxyd wurde eine Zunahme der Empfindlichkeit festgestellt. Eine Zunahme der Empfindlichkeit ist auch bei längerem Kontakt mit Organphosphorverbindungen bekannt.

Dauer des Kontaktes und Menge der aufgenommenen Substanz sowie biochemisches und pathophysiologisches Verhalten im menschlichen Organismus können eine chronische Intoxikation hervorrufen. Kalkstickstoff und organische Phosphorsäureester verursachen fast ausschließlich akute oder subakute Intoxikationen, während einige Halogenkohlenwasserstoffe vor allem DDT, das für den Pflanzenschutz in der Bundesrepublik verboten wurde, auch chronische Intoxikationen verursachen, weil sie sich durch ihre hohe Lipidlöslichkeit im Fettgewebe ablagern und bei Mobilisierung des Fettgewebes freigesetzt werden.

Durch die Zerstörung der Haut bei Ätzgiften kann die Resorption gefördert werden. Schwefel, wie er z. B. in Form von Netzschwefel als Fungizid zur Anwendung kommt, kann durch die unverletzte Haut resorbiert werden, ebenso zahlreiche Nitro- und Amidoverbindungen und fettlösliche Substanzen wie Halogenkohlenwasserstoff. Schwermetalle, wie sie z. B. auch in Beizmitteln zu finden sind, können die Haut in Öl und fettsauren Verbindungen passieren. Unter den gasförmigen Gift-

stoffen wird unter anderem die Blausäure resorbiert, die bei der Anwendung von Kalkstickstoff entstehen kann. Lösungsmittel wie Alkohol, Äther, Benzin, Benzol, chlorierte Kohlenwasserstoffe vermögen die Haut besonders gut zu durchdringen. Viele Gifte treten über die Placenta auf den Feten über. Dies ist bei Schwangeren zu berücksichtigen.

Die Kombination von Giften kann über den additiven Effekt hinausgehen. Besonders sei erwähnt die kombinierte Giftwirkung von Giften mit Alkohol, insbesondere von Kalkstickstoff. Alkohol kann hier die Giftwirkung des Kalkstickstoffes auf das 30-fache steigern (10, 13, 40).

Das Bundesgesundheitsamt und die Biologische Bundesanstalt haben auf der Grundlage von Tierexperimenten, Versuchen an freiwilligen Personen und der Auswertung von Vergiftungsfällen eine Einstufung der Toxizität in 3 Giftabteilungen vorgenommen. Diese müssen auf Handelspackungen deutlich erkennbar sein.[+]

Giftabteilung 1 ("giftigste Stufe") durch Totenkopf und das Wort "Gift" in weißer Schrift auf schwarzem Untergrund gekennzeichnet

Giftabteilung 2 ("zweite Giftstufe") durch Totenkopf und das Wort "Gift" in roter Schrift auf weißem Hintergrund gekennzeichnet

Giftabteilung 3 ("weniger giftige dritte Stufe") durch das Wort "Vorsicht" in roter Schrift auf weißem Untergrund ohne Totenkopf gekennzeichnet.

Substanzen der Giftabteilung 1 und 2 müssen beim Händler unter Verschluß in Giftschränken innerhalb des Giftraumes untergebracht sein und dürfen nur gegen behördliche Bescheinigung abgegeben werden.

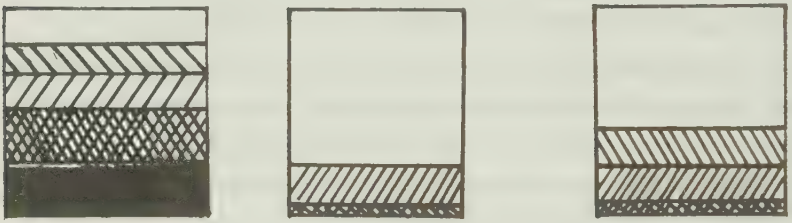
---

[+] Perkow, W., Die Insektizide, Chemie, Wirkungsweise und Toxizität Heidelberg, Dr. Alfred Hüthig Verlag (1968)

Für Mittel der Giftabteilung 3 ist nur die Lagerung im Giftraum vorgeschrieben. Für Verpackung und Beschriftung aller giftigen Pflanzenschutzmittel gibt es bestimmte Vorschriften (44, 45).

Die im Durchschnitt höhere akute orale Toxizität von Insektiziden im Vergleich zu Herbiziden und Fungiziden zeigt folgende Tabelle.

20 Insektizide | 20 Fungizide | 20 Herbiziden



Aufgeführt sind jeweils 20 der am häufigsten angewandten Insektizide, Fungizide, Herbizide. Die Flächenmarkierung teilt jeweils 20 Substanzen in die unten angegebene $LD_{50}$ per os (Ratte akut) mg/kg ein. Höhe der Fläche zur Säulenhöhe $\hat{=}$ Zahl verschiedener Mittel von 20.

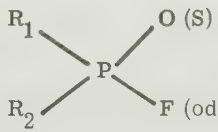
| | | |
|---|---|---|
| bis 20 mg/kg | z. B. | Azinphos, Disulfoton, Methylparathion, Mevinphos, Parathion, Phosphamidon |
| 21-100 mg/kg | | Aldrin, Dichlorphos, Dieldrin, Endosulfan, Lindan, Methyldemeton, Phenyl-Hg-Acetat, DNOC, Dinosebacetat |
| 101-500 mg/kg | | DDT, Diazinon Dimethoat, Fenthion, Nabam, Fentinacetat, Trichlordinitrobenzol, 2, 4-D, Paraquat |
| 500-1000 mg/kg | | |
| > 1000 mg/kg | | |

### 3. 2. Gewerbetoxikologische Probleme

Gewerbliche Vergiftungen durch Pflanzenschutzmittel in Industrie und Landwirtschaft betragen nach einer Statistik der Berufsgenossenschaften 0, 70% (36). Es dürften dies jedoch fast ausnahmslos schwerste Intoxikationen sein, da leichtere Intoxikationen nur selten gemeldet werden, insbesondere in der Landwirtschaft. Überwachung und Aufklärung sind besonders in der Landwirtschaft noch unzureichend. Die frühzeitige Erkennung von leichteren Intoxikationen mit organischen Phosphorverbindungen ist durch die Blutcholinesterasebestimmung technisch kein Problem mehr. Schwieriger ist dies bei chlorierten Kohlenwasserstoffen. Neben toxikologischen Untersuchungen sollten die Bemühungen dahingehen, sehr giftige Stoffe durch weniger gefährliche zu ersetzen, bessere Schutzmaßnahmen und wirksamere Therapiemaßnahmen für den Fall einer Intoxikation zu finden (7, 36).

### 3. 3. Organische Phosphorsäureester

Chemisches Prinzip

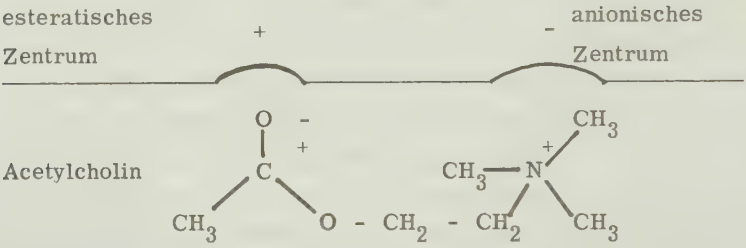


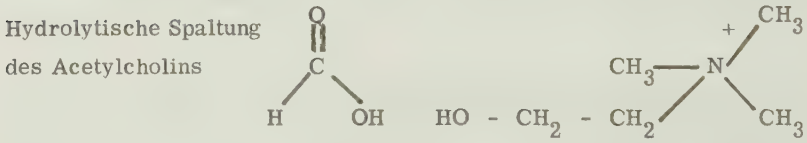

Die Einführung eines Chlorions ("Chlorthion") reduziert die Toxizität. Die Löslichkeit der Alkylphosphate ist im allgemeinen in Wasser schlecht, in organischen Lösungsmitteln gut.

Wirkungsmechanismus

Die insektiziden Alkylphosphate sind Cholinesterasehemmer. Das Acetylcholin wird in dem Augenblick von der Cholinesterase gespalten, in dem es mit den zwei aktiven Zentren der Esterase reagiert. Das

anionische Zentrum verbindet sich mit dem quartären Stickstoff des Acetylcholin, dieses wird von Cholinesterasehemmstoffen vom Typ des Physostigmin blockiert. Die Phosphorsäureester reagieren mit dem esteratischen Zentrum, das sonst mit der Esterbindung des Acetylcholins reagiert.




Eine Bindung des Phosphorsäureesters ist jeweils so labil, daß sich der Phosphor mit dem esteratischen Zentrum der Cholinesterase verbindet. Acetylcholin kann den Phosphorsäurerest nicht verdrängen. Reaktivatoren wie Pralidoxim und Obidoxim lagern sich zuerst mit dem positiv geladenen Stickstoff an das anionische Zentrum der Esterase an. Es erfolgt eine Umphosphorylierung auf die Aldoxim-Seitenkette, die in die Nähe des esteratischen Zentrums gelegen kommt. [+]

Die Reaktivierung nimmt mit der Zeitdauer des Bestehens der Phosphorylierung ab, da sich vom Esterase-Hemmstoff-Komplex Alkylreste abspalten und sich die Cholinesterase dann nicht mehr reaktivieren läßt. Diesen Prozeß nennt man Alterung. Die vollständige Physiologische Regeneration der Cholinesterase dauert Monate.

---

[+] KUSCHINSKY: Lehrbuch der Pharmakologie 1970

Die klinische Symptomatik entspricht einer allgemeinen Acetylcholinvergiftung, da dieses nicht mehr abgebaut wird.

Symptomatik der Vergiftung mit Phosphorsäureestern
Das klinische Bild läßt sich nach den drei verschiedenen Angriffspunkten des Acetylcholins einteilen: in muscarinartige, nicotinartige und zentralnervöse Symptome.

1. Die muscarinartigen Symptome treten als erstes auf und entstehen durch Reizung der postganglionären Nervenendigungen.

Parasympathikotone Wirkungen gehen auf das Gefäßsystem, das Herz, die Bronchialmuskulatur, die Darmmuskulatur, die parasympathisch innervierten Drüsen, außerdem auf die sympathisch innervierten Schweißdrüsen, die jedoch Acetylcholin als Transmitter haben, über.

Die entsprechenden Wirkungen sind: Vasodilatation, negativ chronotrope und negativ inotrope Wirkung auf den Vorhof, Bronchokonstriktion, Tonussteigerung des Darmes und Zunahme der Drüsensekretion.

Die Symptomatik beginnt häufig mit Anorexie und Nausea, Erbrechen fehlt nicht selten. Es folgen Darmkrämpfe, Schwitzen, Speichelfluß, gesteigerter Tränenfluß, nicht immer eine Pupillenverengerung. Bei schwerer Intoxikation kommt es zu Diarrhoen, Tenesmen, unwillkürlichem Abgang von Stuhl und Urin, Blaßwerden der Haut, Stecknadelkopfgroßen Pupillen, die auf Licht nicht mehr reagieren, zu verschwommenem Sehen, excessiver Bronchialsekretion mit asthmaähnlichen Atembeschwerden und zu Lungenödem mit Cyanose. Die Beschwerden des Respirationstraktes sind bei Inhalation besonders deutlich. Der Blutdruck ist bei schwereren Intoxikationen trotz des muscarinartigen Effektes der Vasodilatation erhöht.

2. die nicotinartigen Symptome treten im weiteren Verlaufe in den Vordergrund. Sie entstehen durch Erregung der präganglionären Synapsen und durch Erreger später durch Lähmung der motorischen Nervenendplatten.

Es treten zunächst fibrilläre Zuckungen der Augenlider und der Zungenmuskulatur auf, diese können auf die Gesichts-, Nacken- und Augenmuskulatur übergehen. Schließlich kommt es zu generalisierten Muskelzuckungen und Muskelschwäche, die auch das Zwerchfell und die übrige Atemmuskulatur betreffen, so daß es zum Erstickungstod kommen kann, wenn keine mechanische Atemhilfe erfolgt.

3. Die Zentralnervösen Symptome bestehen zunächst in einer psychischen Erregung, Ruhelosigkeit, Angst und Schwindel, die in eine psychische Hemmung übergehen.

Es treten Ataxie, Tremor, Schläfrigkeit, Verwirrtheitszustände, verwaschene Sprache und Wortfindungsstörungen auf. Schließlich treten in schwersten Fällen Koma, Areflexie und generalisierte Krämpfe auf.

Bei besonders schweren Intoxikationen können die nikotinartigen und zentralnervösen Symptome das klinische Bild bestimmen (49, 72, 74).

Akute und chronische Intoxikation (19, 20, 21, 22, 38, 50, 54, 55, 67)
Eine Arbeiterin, die in einer Versuchsproduktion von Fliegenstreifen tätig war, zeigte das typische klinische Bild einer Phosphorsäureestervergiftung.

Die Acetylcholinesteraseaktivität, die zweimal wöchentlich kontrolliert wurde, zeigte abfallende Tendenz. Ein 3/4 Jahr nach Beendigung der Exposition gab die Patientin unklare Mißempfindungen in den Extremitäten an, die auftraten, wenn sie etwas Schweres zu tragen hatte. Die elektrische Erregbarkeitsprüfung ergab eine sehr niedrige Chronaxie bei gleichzeitig erhöhtem Akkomodations-Quotienten, also eine gesteigerte Erregbarkeit. Ähnliche Befunde wurden auch in anderen Fällen längere Zeit nach einer Phosphorsäureesterintoxikation erhoben (17).

Bei einem 29-jährigen Gärtner wurden Polyneuritiden in Armen und Beinen mit irreparablen Folgeerscheinungen in Form doppelseitiger Peronaeuslähmung nach einer E 605-Vergiftung beobachtet (16). Die

akute Erkrankung begann erst nach vier Wochen mit einer heftigen Gastritis, die schwere Polyneuritis entwickelte sich erst in der elften Krankheitswoche.

Andererseits zeigen leichtere akute Intoxikationen eine Rückbildung der Enzymhemmung, die in wenigen Stunden erfolgt. E 605 Dosen, die die Enzymaktivität von 60% auf 40% senkten, waren nach 24 Stunden auf den Ausgangswert gestiegen.

Bei einer schweren akuten Intoxikation mit E 605 MR, einem Gemisch von Parathion und Metasystox R, in suicidaler Absicht subcutan injiziert, traten Ateminsuffizienz und zentralnervöse Symptome auf. Eine verstärkte Ateminsuffizienz zeigte sich nach sieben Tagen. Nach fünfzehn Tagen hatte sich der Patient erholt, die Sprache war koordiniert, das Bewußtsein klar. Die Enzymaktivität betrug am ersten Tag nach der Intoxikation 0,15 U/ml, am 12. Tag 0,68 U/ml und nach einem Jahr 6,5 U/ml. Die Kontrolluntersuchung nach einem Jahr war ohne psychischen und somatisch auffälligen Befund (39).

Ein subchronischer Fütterungsversuch mit Bromophos an Ratten über 100 Tage, zeigte bei Dosierung von 1/3 und 1/5 der LD 50 eine starke Verlangsamung der Gewichtszunahme und Veränderungen an der Leber bei 1/3 der LD 50 auch Veränderungen an der Niere (35).

Atypische Intoxikationsverläufe

Atypische Verläufe können zum Nichterkennen einer Intoxikation führen. Eltern ertappten ein Kind, wie es um 14.00 Uhr am Stopfen einer E 605 Flasche leckte. Der herbeigerufene Arzt unternimmt keine gezielten Maßnahmen, da am Flascheninhalt nichts fehlte und Intoxikationssymptome fehlten. Erst um 19.00 Uhr traten Erbrechen und weitere typische Symptome der E 605-Vergiftung auf, unter denen das Kind nach einer 3/4 Stunde stirbt (55).

Bei Bromophos fällt das späte Auftreten der Vergiftungssymptome, der langsame Vergiftungsverlauf, der späte Todeseintritt nach hohen Dosen und das starke Vorherrschen aufsteigender zentralnervöser

Symptome im kaudalen Körperabschnitt auf (39).

Mevinphos ist schneller wirksam als Parathion, da es nicht wie dieses erst isomerisiert bzw. zu Paraoxon oxydiert werden muß (73).

Besondere toxikologische Probleme der Cholinesterasehemmer

Das Cholinesterasemuster wird durch mindestens 5 Gene gesteuert. Es gibt Individuen, die eine vererbte verminderte Cholinesteraseaktivität haben und dadurch bei Intoxikationen durch Cholinesterasehemmer einer verstärkten Gefährdung ausgesetzt sind. Es wurden in einem Experiment 50 menschliche Seren mit dem Cholinesterasehemmer E 605 mit verschiedenen Mengen versetzt und die Restaktivität der Cholinesterase gemessen. Die Restaktivitäten streuten von beinahe 0% bis 48% und konnten grob in drei Gruppen von Seren eingeteilt werden (26).

Dieser Aspekt sollte bei der Beurteilung der Gefährdung und der Beurteilung des Intoxikationsgrades in der Arbeitsmedizin und Klinik in Rechnung gestellt werden.

Phenothiazine zeigten tierexperimentell nach alleiniger Applikation in Einzelfällen nach Phosphorsäureestervergiftung eine Steigerung der Giftwirkung, dies jedoch nur dann, wenn deutliche Symptome vorhanden waren (37).

Tierexperimentell konnte an trächtigen Albinoratten gezeigt werden, daß Methylparathion, Bromphos und Imiden die Placenta passieren (1).

Bei Albino-Ratten sank die LD 50 Dosis nach Verringerung der Eiweißzufuhr (6). Es dürfte also der Allgemeinzustand eines Arbeiters bei der Frage der Gefährdung durch Phosphorsäureester nicht ohne Belang sein.

Ärztliche Überwachung durch Kontrolle der Cholinesteraseaktivität

Nach Absinken der Cholinesterase im Blutplasma auf 70% des Ausgangswertes beginnen die Vergiftungssymptome. Ein Arbeitsplatzwechsel wird bei einer Hemmung von 70% (10) bis 50% (74) empfohlen.

Nachweis von Phosphorsäureesterverbindungen (23, 24)
Für die wichtigsten insektiziden Phosphorsäureester sind Nachweisverfahren erarbeitet worden. Unter anderem erfolgt der Nachweis durch Schwermetallkomplexverbindungen, die in typischer Weise auskristallisieren oder nach dünnschichtchromatographischer Trennung identifiziert werden (25).

Eine spektrophotometrische Schnellmethode ist für Malathion in Verbindung mit chromatographischem Nachweis, basierend auf einem Palladiumkomplex dieser Verbindung, ausgearbeitet worden (20). Für sehr viele Substanzen der Insektizide ist die Gaschromatographie anwendbar.

Therapie der Phosphorsäureesterintoxikation (14, 32)
Bei der Kontamination der Haut mit Phosphorsäureester sollte diese mit Wasser und Seife abgewaschen werden. Helfer sollten sich mit Gummihandschuhen schützen.

Bei oraler Aufnahme ist eine sofortige Magenspülung unter Beigabe von Medizinalkohle angezeigt. Danach sollte noch Medizinalkohle und ein salinisches Abführmittel gegeben werden. Starke Bronchialsektretion kann ein Absaugen der Atemwege erforderlich machen.

Die nikotinartige Wirkung der Intoxikation kann zur Atemlähmung führen und erfordert dann Intubation und künstliche Beatmung des Patienten.

Die muscarinartigen Symptome können mit hohen Atropindosen bekämpft werden. Wenn möglich, sollte Cholinesterase durch Toxogonin reaktiviert werden. Diese Therapie der Reaktivierung muß möglichst bald einsetzen, da die Wirkung nach maximal 12 bis 24 Stunden stark abfällt (5, 52). Über die Lebertoxizität von Oximen gehen die Meinungen auseinander (5, 71, 64).

Toxogonin ist bei verschiedenen Phosphorsäureestern unterschiedlich wirksam. Wirksam ist es gegen Parathion, weniger wirksam ist es

gegen Methylparathion, Demethon-S-Methyl-Sulfoxid, nicht wirksam ist es gegen Diazinon, Dimethoat, Endothion, Fenthion, Formothion, Malathion, Mevinphos, Trichlorphon. Therapeutisch besteht noch die Möglichkeit der intravenöser Substitutionstherapie mit Serumcholinesterase (Behringwerke).+

3.4. Carbamate

Carbamate sind ebenfalls Cholinesterasehemmer, jedoch mit kurzer Wirkungsdauer. Die Vergiftungserscheinung entsprechen denen der Phosphorsäureesterintoxikation, meist aber mit kürzerer Dauer.

Während Atropin gut wirksam ist, ist dies bei den Reaktivatoren 2-PAM und Obidoxim nicht der Fall, diese sind eher schädlich. Die symptomatische Behandlung ist die gleiche wie bei der Intoxikation mit Phosphorsäureestern (34, 35).

3.5. Halogenkohlenwasserstoffe

Wirkungsmechanismus von DDT (51)
Aufzeichnungen des intrazellulären Aktionspotentiales der Nervenzelle ergaben bei Tierexperimenten, daß DDT das schulterförmige negative Nachpotential plateauförmig verlängert und erhöht. Mit radioaktivem Kalium konnte gezeigt werden, daß dies auf einer Erhöhung der Kaliumpermeabilität beruht (50).

DDT soll eine aktivierende Wirkung auf die Leberzellmikrosomen haben und die Pentobarbital-Schlafdauer verkürzen (49).

DDT wird im Fettgewebe des Organismus gespeichert. Bei Hungerzuständen und Kachexie kann es zu einem Anstieg der DDT-Konzentration im Gehirn kommen.

---

+ Deutsches Ärzteblatt, Heft 1, Jg. 77

Wirkungsmechanismus von Lindan
Lindan greift ebenfalls am Nervengewebe an, der genauere Wirkungsmechanismus ist nicht bekannt.

Vergiftungsbild verschiedener Halogenkohlenwasserstoffe (2, 64)
Die Frühsymptome der DDT-Vergiftung sind nervöse Überregbarkeit, später folgen nach Muskelzuckungen und Tremor Krämpfe, Opisthotonus und Trismus. Die Anfälle haben Ähnlichkeit mit einer Strychninvergiftung und können ebenfalls durch Geräusche und Lichtreize ausgelöst werden. Im EEG zeigen sich meist diffuse kortikale Entladungen als Früh- und Spätsymptome. Der Tod tritt durch Atemlähmung oder Kammerflimmern ein. Bei der chronischen Vergiftung gehen Kopfschmerzen, Schwächegefühl, Schwindel, Erbrechen, Bauchschmerzen, Durchfälle, Parästhesien, schwankender Gang und eventuell ein Kollaps den genannten Symptomen voraus.

Lindan, das zu fast 99% aus der $\gamma$-isomeren Form des Hexachlorcyclohexan besteht, ist besonders gefährlich für Kinder. Es führt zu Krämpfen, Zyanose, Atemnot, Mydriasis und Hyperglykämie. Ölige Lösungen bei oraler Intoxikation nach fettreichen Mahlzeiten stellen eine erhöhte Gefahr dar. Weitere Symptome sind gastrointestinale Störungen, Herzschädigung und ein Ansteigen der BSG. Eine Schädigung des Knochenmarks kann zu Panmyelophtise und Anämie führen. Ein toxisches Hautekzem wird diskutiert (3).

Chlordan und Toxaphen sind vier bis fünf Mal toxischer als DDT, da sie noch stärker im Fettgewebe und Gehirn gespeichert werden. Die Symptome sind ähnlich wie bei DDT.

Endrin und Isodrin sind die toxischeren Stereoisomere des Dieldrins. Bei Endrin zeigt sich Schwindel, Schwächegefühl in den Beinen, Nausea, eventuell mit Verwirrtheit und Taubheit, in schweren Fällen tritt 3 Stunden nach Einnahme Bewußtlosigkeit mit wiederholten epileptischen Krämpfen auf.

Isolan und die analog wirkenden Mittel Dimetan und Pyrolan zeigen die üblichen nervösen Symptome, insbesondere treten Vorhofflimmern und die Zeichen einer Koronarinsuffizienz und eine Abducensparese auf.

Endosulfan ist ein zentrales Krampfgift.

Therapie der Intoxikation mit chlorierten Kohlenwasserstoffen
Eine kausale Therapie gibt es bisher nicht. Bei der Verschmutzung der Körperfläche sollte die Haut mit einem organischen Lösungsmittel und danach mit Wasser und Seife gereinigt werden. Bei oraler Giftaufnahme ist eine Magenspülung unter Beigabe von 150 - 200 ml Paraffinum subliquidum angezeigt. Krämpfe können mit Barbituraten unterdrückt werden.

Fette, Öle und Milch sind kontraindiziert, da sie die Resorption des lipoidlöslichen Giftes fördern. Alkoholaufnahme muß vermieden werden. Vor Adrenalingaben wird wegen der Gefahr des Kammerflimmerns gewarnt.

### 3. 6. Andere Pflanzenschutzmittel (53, 58, 59)

Herbizide sind in der Regel weniger toxisch als Insektizide. Zu erheblichen akuten Symptomen kann es bei Anwendung des Düngemittels Kalkstickstoff kommen, das gleichzeitig als Herbizid wirksam ist. Alkoholgenuß kann die Giftwirkung auf das 30-fache erhöhen. Die Giftwirkung beruht wahrscheinlich auf der Blockierung des Acetaldehydabbaus.

Die Symptome treten nach wenigen Minuten auf. Die Hautgefäße der oberen Körperhälfte erweitern sich und ergeben eine blaurote Verfärbung. In schwereren Fällen kommt es gleichzeitig zu Schwindel, Kopfschmerzen, Atemnot, Pulsbeschleunigung und Druck auf der Brust sowie Kältegefühl in den Extremitäten. Auf der Haut können nach einem Intervall von einigen Tagen papulovesikulöse und bullöse Dermatitiden auftreten. Chronische Vergiftungen sind nicht beobachtet worden.

Der Pilz "Faltentintling" und das Präparat "Antabus" bewirken das gleiche Vergiftungsbild.

Harnstoffverbindungen und Triazine sind relativ wenig toxische Herbizide. Natriumchlorat kann neben Zyanose Atemnot und Tachykardie in schweren Fällen zu Durchfällen, Erbrechen, Kreislaufkollaps, Bewußtlosigkeit, schwärzlicher Verfärbung des Urins, Ikterus und zu Urämie führen.

Quecksilberverbindungen sind in Fungiziden und Beizmitteln enthalten. Sie sind vorwiegend als Methyl-Hg im Körper gespeichert und blockieren wahrscheinlich verschiedene Enzymsysteme, hierbei sind hauptsächlich die Tubuluszelle der Niere und das Nervensystem betroffen.

Bei oraler Hg-Salz-Intoxikation ist Kochsalz kontraindiziert. Hg-Salze fällen Eiweiß als Albuminat, das sich in schwachen Kochsalzlösungen allmählich wieder löst. Die Therapie besteht in Milch mit Eiereiweiß oral, Magenspülung und BAL-Gaben. Akute Symptome sind die Gastroenteritis, Anurie mit Urämie, Stomatitis und ulzerös-hämorrhagische Kolitis, bis zu einer halben Stunde nach Giftaufnahme kann es zu Erbrechen, Speichelfluß und zum Kollaps kommen.

Bei der chronischen Vergiftung stehen Schädigungen des Nervensystems, Stomatitis und u. U. Schädigungen der Niere im Vordergrund. Außerdem treten neurasthenische Erscheinungen auf. Alkyl- oder Phenyl-Hg-Verbindungen können bei der Aufnahme größerer Mengen ähnliche Erscheinungen wie anorganische Quecksilberverbindungen verursachen. Bei chronischen Störungen stehen die des Nervensystems noch deutlicher im Vordergrund.

Das Fungizid Kupfer ruft Fieber, wahrscheinlich über Eiweißabbau- oder Komplexverbindungen hervor. Weitere Symptome sind Augenbrennen, Kopfschmerzen, allgemeine Abgeschlagenheit und katarrhalische Erscheinungen.

Phosphin ($PH_3$) wirkt ebenfalls als Insektizid, es ist ein Stoffwechsel-, Nerven-, Leber- und Nierengift. Der Wirkungsmechanismus ist noch nicht abgeklärt. Symptome sind Kopfschmerzen, Schwindel, Nausea, Erbrechen, Magenschmerzen und evtl. Durchfall. In schweren Fällen tritt Bewußtlosigkeit, Lungenödem und Atemlähmung bei maximalerweiterten Pupillen ein. Eine chronische Schädigung gibt es nicht (27).

## 4. TECHNOLOGISCHE FRAGEN BEI DER ANWENDUNG VON PFLANZENSCHUTZMITTELN

Der Gerätebestand an Spritzgeräten für den Feldbau in der Bundesrepublik wird auf ca. 75 000 bis 100 000 geschätzt. Der heute aktuelle Feldspritzgerätetyp ist die Anbauspritze für Dreipunkthydraulik mit einer Behältergröße von 400 Liter, einer Arbeitsbreite von 10 Meter und einer Pumpenfördermenge von 60 bis 100 Liter pro Minute. Die größten Geräte haben Behälter bis 1 000 Liter mit einer Arbeitsbreite bis zu 15 Meter. Die Flächenleistungen sind dadurch enorm angestiegen, was bei gleicher Fläche einer geringeren Expositionszeit entspricht. Für eine 10 Hektar große Obstanlage brauchten früher drei Mann mit Spritzrohren mehrere Tage, heute wird eine derartige Fläche von einem Mann allein mit dem Plantagensprühgerät an einem Tage bewältigt (42).

In vielen Betrieben des Wein-, Obst- und Hopfenbaues begann die Motorisierung mit der Motorspritze, der Traktor folgte dann später. Im Feldbau war ein Traktor meist zuerst vorhanden, es wurden deshalb meist Feldspritzen mit Pumpenantrieb durch Traktorzapfwellen benützt. Neben Fortschritten in der genauen Dosierung, der Verminderung des Abtriftes, der Erhöhung der Korrosionsfestigkeit durch Verbesserung der Spritzdüsen, wurde eine geringere Streuung und geringere Gefährdung des Ausbringers durch mit geringerem Druck arbeitenden kleineren Spritzkegeln, die in höherer Anzahl und senkrechter Spritzrichtung angeordnet sind, erreicht.

Über 100 Landmaschinenfachbetriebe sowie regionale Pflanzenschutzbehörden haben transportable werkzeuglos zerlegbare Düsenprüfstände eingesetzt. Bei der Überprüfung werden die Düsen und andere Teile den heutigen Erfordernissen angepaßt. Kleingärtner und Liebhaberobstbauern verwenden häufig Rückensprühgeräte. Hier kann die Streuung der Pestizide, besonders bei ungünstigem Wind erheblich sein, so daß gesundheitliche Schäden für den Schädlingsbekämpfer vermehrt drohen.

Im Klein-Obstbau fanden auch Motorkarrenspritzen Eingang (77). Im Weinbau hat sich das Gebläsesprühverfahren mit 400 - 800 Liter je Hektar vollständig durchgesetzt. Auch im modernen Plantagenobstbau hat sich das Gebläsesprühverfahren mit ca. 400 Liter je Hektar im Sprühverfahren und 2 000 Liter je Hektar im Gebläsespritzverfahren bewährt.

In kleineren Betrieben oder unbefahrbaren Lagen wird mit der Spritzpistole gearbeitet. Auch im Hopfenbau wird inzwischen von Spritzgeräten ohne Gebläse auf Gebläsesprühgeräte umgestellt, wegen der hohen Wuchshöhe sind jedoch erhebliche Gebläseleistungen erforderlich.

Im Norden der Bundesrepublik spielen große Anbaugeräte, meist auf Unimog montiert bei Lohnunternehmen eine große Rolle. Die Anbaugeräte haben kein eigenes Lauffahrwerk im Gegensatz zu den Anhängesprüh- und Anhängespritzgeräten.

Diese Anhängespritzen können entweder mit einem eigenen Motor für die Pumpe (Motorspritze) versehen sein, oder die Pumpe wird über eine Zapfwelle vom Traktor angetrieben.

Außerdem gibt es noch Gespannspritzen mit Bodenantrieb, bei denen der Antrieb der Pumpe vom Fahrwerk der Feldspritze ausgeht.

Rückenspritzgeräte gibt es sowohl mit Handpumpen mit denen ein Überdruck erzeugt wird, der zur Austreibung des Pflanzenschutzmittels dient, als auch mit kleinen leichten Motoren, die am Rücken mitgetragen werden können.

## 5. SIEBENTE BERUFSKRANKHEITEN-VERORDNUNG (30, 31, 61, 69, 76)

In der Siebenten Berufskrankheiten-Verordnung sind in Bezug auf die Schädlingsbekämpfung folgende Erkrankungen von Bedeutung:

Nr. 2 Erkrankungen durch Arsen oder seine Verbindungen
Anwendung im Pflanzenschutz seit 1942 verboten

Nr. 5 Erkrankungen durch Nitro- oder Aminoverbindungen des Benzols und seiner Homologe oder deren Abkömmlinge

Nr. 9 Erkrankungen durch Halogenkohlenwasserstoffe oder halogenierte Alkyl-, Aryl- oder Alkylaryloxyde oder -sulfide

Nr. 14 Erkrankungen durch Phosphor und seine Verbindungen

Nr. 15 Erkrankungen durch Quecksilber und seine Verbindungen

Nr. 20 Erkrankungen durch Thallium und seine Verbindungen (15)

Nr. 46 Hauterkrankungen z. B. bei Kalkstickstoff und Fungiziden

## 6. STATISTIK

Unter den Unfällen mit Agrochemikalien dominieren die Nichtarbeitsunfälle. In einer Statistik aus Kalifornien für die Jahre 1951 bis 1962 sind 115 tödliche Vergiftungen durch Agrochemikalien zu verzeichnen gewesen, davon waren 28 Arbeitsunfälle und 70 Vergiftungen von Kindern.

FORST und POULSON registrierten eine Zunahme von Vergiftungsfällen in Dänemark bei vermehrten Spritzungen, die durch vermehrten Blattlausbefall in einem bestimmten Jahr nötig wurden. Es gab jedoch keinen Todesfall (11).

Sicherer registrierte klinische Symptome, die bei Anwendung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln im Zeitraum von 1961 bis 1964 auftraten. Im Zeitraum von vier Jahren wurden bei der Anwendung von Düngemitteln 68 Fälle registriert, davon waren 45 Fälle mit Hautschädigungen und 23 Fälle mit einer Schädigung der Augen.

Es kamen dabei keine allgemeinen Intoxikationen vor, es wurden auch von keinen tödlichen Intoxikationen oder Dauerschäden berichtet. Die Untersuchung zeigte, daß der größte Teil der Angestellten nicht über die Vorsichtsmaßnahmen, die zu beachten gewesen wären, unterrichtet waren (66).

Die Bedeutung der Unfälle durch Pflanzenschutzmittel war viel größer als die der Düngemittel. Von 223 Fällen waren 124 Hauterkrankungen (29 allergische Fälle, 39 Fälle mit Schädigung des Auges), 60 Fälle waren systemische Intoxikationen, davon wurden 49 durch Cholinesterasehemmer verursacht. Ein tödlicher Unfall konnte nicht sicher auf "vapam" (natrium-N-methyldithiocarvamat) zurückgeführt werden.

Nach Meinung der Untersucher hätten 78 Prozent der durch Düngemittel und Pflanzenschutzmittel verursachten Intoxikationen bei genauer Beachtung der Sicherheitsvorschriften verhütet werden können. Es wurden insbesondere keine Masken, keine Handschuhe, keine Kopfbe-

deckung und nur unzureichende Schutzbekleidung getragen. Das Händewaschen nach der Arbeit wurde vernachlässigt.

Eine Japanische Statistik zeigte jedoch, daß angeblich 42 Prozent aller Verbraucher von Agrochemikalien in einer Saison Vergiftungen zeigten, mit einer Spitze von bis zu 84 Prozent in einer bestimmten Region (11).

Gewerbliche Vergiftungen durch Pflanzenschutzmittel in Industrie und Landwirtschaft betragen 0,7% aller durch chemische Mittel erzeugten Unfälle (36).

## 7. MASSNAHMEN ZUR UNFALLVERHÜTUNG (17, 31)

### 7.1. Arbeitshygiene

Faktoren der Unfallgefährdung liegen in der Anwendungsform, Anwendungskonzentration und -technik, Beeinträchtigung der Vigilanz durch Lösungsmittel, Klima, allgemeines Bildungsniveau, Zumutbarkeit von Schutzmaßnahmen u. a. (62).

Vorschriften wie z. B. die Zusetzung von Warnstoffen, Regelung, die die Verpackung, Gebrauchsanweisung und Lagerung betreffen, sind nützliche prophylaktische Maßnahmen.

Landwirtschaftliche Berufsorganisationen, staatliche Institutionen wie der landeseinheitlich organisierte Pflanzenschutzdienst vermitteln notwendige Informationen.

Vom Produzenten werden ebenfalls Arbeitsschutzmaßnahmen empfohlen. Eine entscheidende Rolle spielt das Verhalten des Anwenders, das nur durch Erziehung und Unterrichtung geändert werden kann. Die Möglichkeiten sind hierbei noch lange nicht ausgeschöpft. Staatliche Organisationen, Berufsorganisationen, Sicherheitsingenieure und Ärzte sollten sich gegenseitig unterstützen.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Ausbringung der Pestizide

1. die zu behandelnde Kultur muß im Windschatten des Spritzgerätes liegen
2. bereits behandelte Kulturen dürfen nicht befahren werden, also keine Wendungen
3. die Arbeitsrichtung sollte gegen die vorherrschende Windrichtung eingeschlagen werden; ist dies nicht möglich, ist bei nachlaufendem Gerät bei der Rücktour die Spritzung zu unterbrechen (28).

Vorsichtsmaßnahmen bei der Anwendung von Kalkstickstoff
Mineraldünger enthalten oft Stoffe, die mit Feuchtigkeit ätzende Laugen bilden (z. B. Ätzkalk, Kalkstickstoff); dies tritt nicht nur bei Regen und Tau, sondern auch z. B. durch Schweißbildung und bei Kontakt mit den Schleimhäuten der Augen oder Atemwege ein. Schutz bieten geeignete Atemmasken, Schutzbrillen und Schutzkleidung. Die Haut sollte bei Kalkstickstoff mit der durch den Hersteller gelieferten Schutzsalbe geschützt werden. Alkoholgenuß ist bei der Ausbringung von Kalkstickstoff 10 Stunden vor und 12 Stunden nach der Ausbringung u. U. lebensgefährlich (29).

Schutzmaßnahmen bei der Anwendung von Phosphorsäureestern im Pflanzenschutz
Die Verwendung von Hautschutzsalben ist nur dann sinnvoll, wenn das Löslichkeitsverhalten des Phosphorsäureesters in der Salbengrundlage die perkutane Resorption durch die Epidermis hemmt und nicht fördert (74).

Die umfassendste Vorschrift liegt in dem Merkblatt Nr. 18 der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft von 1958 vor. An Stelle von Gummianzügen werden Drillichanzüge empfohlen, mit festem Sitz am Hals, an den Händen und den Fußgelenken. Ferner sind Handschuhe (Kopfbedeckung und Atemmasken) mit entsprechendem Filter und Schutzbrillen vorgeschrieben. Selbst eine ärztliche Überwachung wird für das Spritzpersonal gefordert.

Die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie betont die gründliche Körperreinigung nach der Arbeit.

Der Council on Pharmacy of the American Medical Association empfiehlt tägliches Wechseln und Waschen der Arbeitsanzüge. Die perkutane Aufnahme bei Spritzen von Hand und bei den Vorbereitungsarbeiten, wie Öffnen der Flaschen, Abmessen des Konzentrates, Auffüllen der Behälter für die Spritzbrühe mit Wasser, wobei ein Schaumpilz

entsteht, möglicherweise auch Reinigungs- und Wartungsarbeiten, stellen einen nicht unwesentlichen Faktor der Unfallgefährdung dar.

Eine Erklärung für die bisweilen erst nach Tagen zu beobachtende Hemmung der Cholinesterase wird in Zusammenhang mit der perkutanen Resorption gebracht.

## 8. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die Gesundheitsgefährdung im Pflanzenschutz wird durch Befragung, durch Experimente und klinische Untersuchungen sowie Arbeitsbedingungen und Bestimmung der Arbeitsplatzkonzentrationen untersucht.

Die Diskrepanz zwischen gemeldeten und tatsächlichen Intoxikationen ist im Bereich der Landwirtschaft besonders groß, da es bisher keine gewerbliche Gesundheitsüberwachung und keine Pflichtuntersuchung gibt (43).

### 8.1. Messung von Arbeitsplatzkonzentrationen

Als Beispiel einer Versuchsanordnung sei hier eine von der Biologischen Bundesanstalt angeregte Untersuchung über Mevinphos angeführt (73).

Es wurden 3 Gaswaschflaschen mit Balgengaszähler und Autostaubsauger verwendet. Der Absaugstutzen befand sich je nach Körperhaltung 55 cm bis 75 cm vor dem Fahrer in seiner Kopfhöhe. Nach jeder Spritzung wurde der Meßflascheninhalt gemessen, umgefüllt und das Mevinphos qualitativ gemessen. Bezogen auf die durchstreichende Gasmenge konnte die Arbeitsplatzkonzentration bestimmt werden. Die Analyse erfolgte fermentativ und elektrochemisch.

Die gemessenen Arbeitsplatzkonzentrationen waren unterhalb der empfohlenen MAK-Werte.

### 8.2. Verschiedene Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Cholinesteraseaktivität (47, 57)

Nach EHRLICHER sind beim Menschen neben der Acetylcholinesterase in den Erythrocyten zwei weitere Acetylcholinesterasen im Serum und elf Pseudocholinesterasen nachgewiesen. Berücksichtigt werden müssen Besonderheiten im Fermentmuster, das genetisch determiniert ist. So kann es zu erniedrigten Ausgangswerten der Cholinesterase-

aktivität kommen (17).

Die Bestimmungsmethoden können in drei Gruppen unterteilt werden:

1. die Klassische Methode nach WARBURG
2. die pH-Methode
3. die Kolorimetrische Methode nach PILZ

Die "klassische" manometrische Cholinesterasebestimmung im Warburgapparat nach Ammon ist zwar auch für die Mikrobestimmung geeignet, jedoch für den Routinebetrieb zu aufwendig.

In den USA erfolgt die Bestimmung der Cholinesteraseaktivität meist nach der elektrometrischen Methode von MICHEL, die auf der pH-Verschiebung der aus dem Acetylcholin während der enzymatischen Hydrolyse entstandenen Essigsäure beruht.

$$(CH_3)_3N^+\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}CH_3 \xrightarrow[\text{Cholinesterase}]{H_2O} (CH_3)_3\text{-}N^+\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH + CH_3COOH$$

Eine Mikromethode nach Meinecke und Oettel soll gegenüber der Makromethode nach Michel nur geringe Abweichungen zeigen.

Das titrimetrische Analyseverfahren (Jensen-Holm) ist besonders bei Einsatz automatischer Pipetten recht genau. Es kann aber nur "eine" Analyse nach der anderen durchgeführt werden, was im Routinebetrieb kaum möglich ist.

Bei der Papierindikatormethode wird die Zeit gemessen, die vom Aufbringen eines Serumtropfens auf einen mit Acetylcholin und einem Indikator präparierten Papierstreifen bis zum Farbumschlag vergeht. Die Messung kann nur einer ersten Orientierung dienen, da sie zu ungenau ist.

Obwohl die Normalwerte der Esteraseaktivität von Mensch zu Mensch um mehr als $\pm$ 50 % vom Mittelwert abweichen können, bleibt bei ein und derselben Person die individuelle Enzymaktivität, besonders der Erythrocyten, nahezu konstant. Wird vor einem möglichen Kontakt mit

Phosphorsäureestern der "individuelle Ausgangswert" bestimmt, so ist eine Erniedrigung sehr leicht zu erkennen. Größere Abweichungen bei den Ausgangswerten ergeben sich noch, wenn man die Pathologischen Enzymmuster miteinbezieht (26).

8.3. Identifizierung der Pestizide

FISCHER, PLAZER-ALTENBURG und PLUNGER gaben bis 1969 für 49 Pestizide den Analysengang an. Bei der Dünnschichtchromatographie wurde empfohlen, wechselnde Aktivitäten des Kieselgels durch Testsubstanzen zu eliminieren (22, 23).

Andere Autoren haben Analysengänge für die Substanzbestimmung im Mageninhalt, Gewebe oder allgemein in biologischem Material und als Rückstand auf Lebensmitteln erarbeitet (60, 69).

## 9. GESETZLICHE BESTIMMUNGEN (4, 8, 9, 42, 46, 75)

Die gesammelten gesetzlichen Bestimmungen werden seit 1924 in den "Amtlichen Pflanzenschutzbestimmungen" bekanntgegeben.

Das erste Gesetz zum Schutze der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen vom Jahre 1937 und seine Neufassung (1949) berechtigten noch nicht zur Durchführung einer obligatorischen Prüfung. Es blieb der herstellenden Industrie überlassen, ob sie ihre Pflanzenschutzmittel oder -geräte amtlich prüfen lassen wollen oder nicht.

Im Pflanzenschutzgesetz vom Mai 1968 wird der Schutz des Anwenders mit einbezogen. Zweck dieses Gesetzes ist es, (§ 1 Abs. 3), Schäden abzuwenden, die bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder anderen Maßnahmen des Pflanzenschutzes oder Vorratsschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier entstehen können.

Zulassung und Überprüfungen von Pflanzenschutzmitteln obliegt der biologischen Bundesanstalt (§ 18, Abs. 3), außerdem obliegt ihr die Prüfung der Eignung von Geräten für den Pflanzenschutz oder Vorratsschutz (§ 18, Abs. 7).

Es fällt auf, daß die Prüfung der Geräte nicht im gleichen Sinne wie die der Pflanzenschutzmittel behandelt wurde, eine Unterlassung deren Auswirkungen ständig fühlbar sind und Gegenstand vieler Mahnungen ist (4).

Nach dem Grundgesetz der Bundesrepublik gehört das Pflanzenschutzgesetz zur konkurrierenden Gesetzgebung und stützt sich sowohl auf Bundes- als auch auf Landesrecht.

Die Durchführung des Gesetzes nach Landesrecht erfolgt über die Behörden des Pflanzenschutzdienstes. Dies ist in § 19 des Pflanzenschutzgesetzes festgelegt. Es obliegt diesen Behörden u. a. die Überwachung von Versand, Beratung, Warndienst und ebenfalls die Überprüfung von Mitteln, Geräten und Verfahren des Pflanzenschutzes.

Die Außerkraftsetzung vorhergehender gesetzlicher Bestimmungen u. a. des Gesetzes zum Schutze der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen vom 5. März 1937 (9) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. August 1949 wird in § 30 des Pflanzenschutzgesetzes von 1968 geregelt.

Weitere Bestimmungen, die u. a. auch die Anwendung von Pflanzenschutzmittel betreffen, sind in § 120e der Gewerbeordnung und in § 3 des Gesetzes über technische Arbeitsmittel vom 24. 6. 1968 aufgeführt, in dem bestimmt ist, daß Geräte Schutz gegen gesundheitliche Schäden und gegen Gefahr gegen das Leben bieten.

Die Durchführung der gesetzlichen Vorschriften obliegt den zuständigen Landesbehörden, die der Unfallverhütungsvorschriften den gesetzlichen zuständigen Trägern der Unfallversicherung.

Am 23. Juli 1971 wurde eine Verordnung über Anwendungsverbote und -beschränkungen für Pflanzenschutzmittel erlassen (8). Betroffen von dieser Verordnung sind folgende Stoffe:

Aldrin (HHDN)
DDT
Endrin
Heptachlor
Maleinsäurehydrazid
Quecksilberverbindungen
Lindan
Toxaphen
2, 4, 5-T

## 10. MAK - WERTE

MAK ist die Abkürzung für "maximale Arbeitsplatzkonzentration". Diese Werte werden in Deutschland von der "Kommission zur Überprüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe" der Deutschen Forschungsgemeinschaft empfohlen; es handelt sich dabei um keine gesetzlich niedergelegte Konzentration. Bei der Beurteilung ging man von einem 8-Stunden-Tag und 45 Wochenstunden bei längerfristiger Arbeit aus (40). Sie sind jedoch Eckwerte, nach denen sich Gesetzgeber und Aufsichtsbehörden richten.

MAK-Werte-Liste (Auszug) (46)

H) Gefahr der Hautresorption
S) Gefahr der Sensibilisierung

| Stoff | Formel | MAK ppm | MAK $mg/m^3$ | H | S | Dampfdruck in Torr bei $20^{\circ}$ C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Azinphos-methyl | $(CH_3O)_2$ PS. S. $CH_2$ . $(C_7H_4N_3O)$ | - - | 0, 2 | H | | - |
| Carbaryl | $C_{10}H_7$. O. CO. NH. $CH_3$ | - | 5 | H | | - |
| Chlordan | polycycl. Chlorkohlenwasserstoff | - | 0, 5 | H | | - |
| DDT | $(C_6H_4Cl)_2CH. CCL_3$ | - | 1 | H | | - |
| Demeton | $(C_2H_5O)_2PS. O. C_2H_4 . S. C_2H_5$ | 0, 01 | 0, 1 | H | | - |

| Stoff | Formel | MAK ppm | MAK mg/m$^3$ | H | S | Dampfdruck in Torr bei 20° C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Demeton-methyl | $(CH_3O)_2PS.O.C_2H_4.S.C_2H_5$ | 0, 5 | 5 | H | | - |
| Dichlorvos | $(CH_3O)_2PO.O.CH{:}CCl_2$ | 0, 1 | 1 | H | | - |
| Dieldrin | polycycl. Epocychlor-kohlenwasserstoff | - | 0, 25 | H | | - |
| Dinitroorthokresol | $CH_3.C_6H_2(OH)(NO_2)_2$ | - | 0, 2 | H | | - |
| EPN | $(C_6H_5).(C_2H_5O)PS.(OC_6H_4.NO_2)$ | - | 0, 5 | H | | - |
| Heptachlor | polycycl. Chlorkohlen-wasserstoff | - | 0, 5 | H | | - |
| $\gamma$-Hexachlorocyclo-hexan (Lindan) | $C_6H_6Cl_6$ | - | 0, 5 | H | | - |
| Malathion | $(CH_3O_2)PS.S$ $CH.COO.C_2H_5$ $CH_2.COO.C_2H_5$ | - | 15 | - | | - |

| Stoff | Formel | MAK ppm | MAK $mg/m^3$ | H | S | Dampfdruck in Torr bei $20^{o}$ C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Methoxychlor | $CCl_3 . CH(C_6H_4 . OCH_3)_2$ | - | 15 | - | | - |
| Nicotin | - | 0, 07 | 0, 5 | H | | - |
| Paraquat | $(CH_3 . (C_5H_4N^+)_2 . CH_3)$ | - | 0, 1 | H | | - |
| Parathion | $(C_2H_5O)_2PS . O . C_6H_4NO_2$ | - | 0, 1 | H | | - |
| Phosdrin | $(CH_3O)_2PO . O . C(CH_3):$ $CH . COO . CH_3$ | 0, 01 | 0, 1 | H | | - |
| Quecksilberverbindungen, organische (als Hg berechnet) | | - | 0, 1 | H | S | - |
| TEEP | $( (C_2H_5O)_2PO) )_2O$ | 0, 005 | 0, 05 | H | | - |
| 2, 4, 5-Trichlorphenoxyessigsäure | $(L_3C_6H_2 . OCH_2 . COOH$ | - | 10 | H | | - |

## 11. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

### 11.1. Zur Methode der Untersuchung

Im Sommer 1972 wurden 61 Landwirte im Umkreis von 15 Kilometer um Tübingen nach Krankheitssymptomen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln befragt. Es handelte sich überwiegend um Bauern mit einer Nutzfläche von 10 bis 20 ha. Getreide-, Gemüse- und Kartoffelanbau herrschten gegenüber dem Obstanbau vor.

Der Obstanbau diente, wenn vorhanden, fast ausschließlich dem Eigenbedarf und wurde dann meistens nicht gespritzt. Ein kleinerer Teil der Landwirte betrieb die Landwirtschaft nur noch im Nebenerwerb.

Der Methode einer Umfrage durch eine Person sind enge Grenzen gesetzt. Der nur flüchtige Kontakt mit den Befragten schränkte die Bereitschaft, Auskunft zu geben, ein. Informationen, die den sozialen Status betrafen, wie z. B. Ausbildungsgang, Wettbewerbssituation des Hofes, wurden fast durchweg als Einbruch in die persönliche Sphäre empfunden und waren dadurch nicht auswertbar. Informationen für Korrelationen sind in diesem Bereich nur in einem gemeinsamen Projekt mit den Berufsorganisationen zu ermitteln.

Über Vergiftungszwischenfälle wurde von den Landwirten sehr bereitwillig in erzählender Form Auskunft gegeben. In diesem Zusammenhang war es dann möglich, Auskunft über Art des Pflanzenschutzmittels, Anwendungsform und Technologie bei der Anwendung von Pflanzenschutzmittel zu erhalten. Auch über Umstände und Verhaltensweise beim Spritzen, die das Zustandekommen der Vergiftung erklären, wurde in diesem Zusammenhang in der Regel sehr detailliert berichtet.

Alle Landwirte wurden im Verlauf eines Gespräches auf die genannten Punkte nach vorgegebenen Fragestellungen angesprochen. Schwierigkeiten bereitete bisweilen die Deutung von leichten und unspezifischen Symptomen wie Kopfschmerzen und Oberbauchbeschwerden, sowie die Abklärung eines kausalen Zusammenhangs zur Spritztätigkeit. Es wurde deshalb auch nachgefragt, ob die Beschwerden, wie sie geschildert

wurden, auch unabhängig von der Spritz- oder Streutätigkeit auftraten.

Zum Erfinden von Beschwerden bestand keine Motivierung. Gelegentlich durfte aus der Art der Beantwortung auf die Möglichkeit einer übertriebenen Darstellung geschlossen werden, was jedoch durch gezielte Fragen ebenfalls korrigiert werden konnte.

Bei der Beschreibung der Symptome mußten mundartgeprägte Ausdrücke wie "Druck am Kopf" durch weiteres Fragen geklärt werden. Soweit möglich wurde eine Zuordnung zu allergischen Reaktionen, Hautreaktionen, Herz-, Kreislaufsymptomatik, . . . Gastrointestinalsymptomatik vorgenommen. Meist war dies jedoch nur bei ausgeprägter Symptomatik möglich. Hierbei fand sich dann auch ein Zusammenhang zum Wirkungsmechanismus des angewandten Giftes.

Bei leichten Symptomen wie "trockener Mund" konnte nicht geklärt werden, ob dies Folge des angewandten Giftes oder eines Zubereitungsstoffes war.

Die Faktoren, die das Zustandekommen und das Bild einer Vergiftung bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln bestimmen, lassen sich grob in drei Gruppen einteilen:

1. Toxikologie des Wirkstoffes
2. Anwendungsform und Technologie bei der Anwendung der Wirkstoffe
3. Verhalten des Menschen bei der Arbeit und individuelle Konstitutionen bzw. bestehende Krankheiten.

## 11.2. Angewandte Pflanzenschutzmittel

An Insektiziden wurden fast ausnahmslos organische Phosphorsäureester verwandt. Hiervon wiederum am häufigsten E 605 (Parathion) und Dimethoate (Perfekthion); Trichlorfon (Tugon) gegen Fliegen findet in Ställen Anwendung.

Die Anwendung von DDT ist seit 1971 (s. gesetzliche Bestimmungen Abschn. 8.) erheblich eingeschränkt worden. An chlorierten Kohlen-

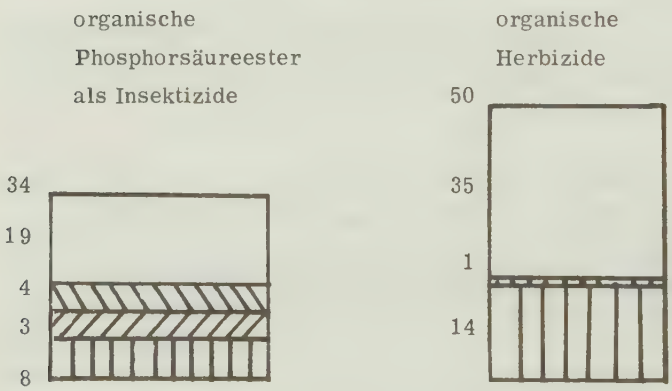
wasserstoffen wurden Lindanpräparate wie Perfektan verwendet.

11.3. Zeitdauer der Spritztätigkeit

Das Spritzen von Herbiziden dauerte in der Regel einen halben Tag bis zu zwei Tagen, je nach Größe der Felder und Witterungsbedingungen.

Das Spritzen mit organischen Phosphorsäureestern nahm in den meisten Fällen weniger Zeit in Anspruch, da sie vor allem beim Gemüse-, Kartoffel- und Obstanbau angewandt wurden und sich dieser im wesentlichen auf den Eigenbedarf und die Tierhaltung beschränkte. Die Zeitdauer des Spritzens erstreckte sich auf eine halbe bis zwei eventuell vier Stunden.

11.4. Angewandte Stoffgruppen und Häufigkeit von Vergiftungen




34 bzw. 50 sind die Zahl der Landwirte, die angegeben haben, daß sie organische Phosphorsäureester bzw. organische Herbizide angewandt haben.

keine Symptome

Über mehrere Tage anhaltende Herz-Kreislauf- oder Gastrointestinalsymptomatik oder spezifische Symptome wie Analgesie und Muskelzuckungen bzw. -krämpfe.

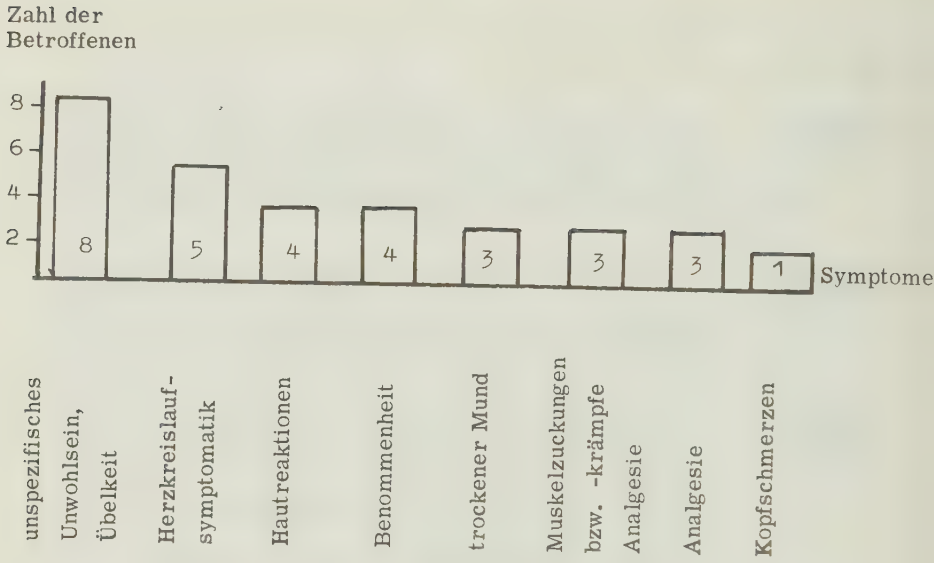
Herzsensationen, Übelkeit, Schwächegefühl, die am nächsten Tag nicht mehr auftraten. Hautreaktionen, Dermatiden, allergische Reaktionen.

Unspezifische, das Allgemeinbefinden nur wenig beeinflussende Symptome wie z. B. Unwohlsein, trockener Mund, leichte Kopfschmerzen, Benommenheit, die nur über kurze Zeit vorhalten.

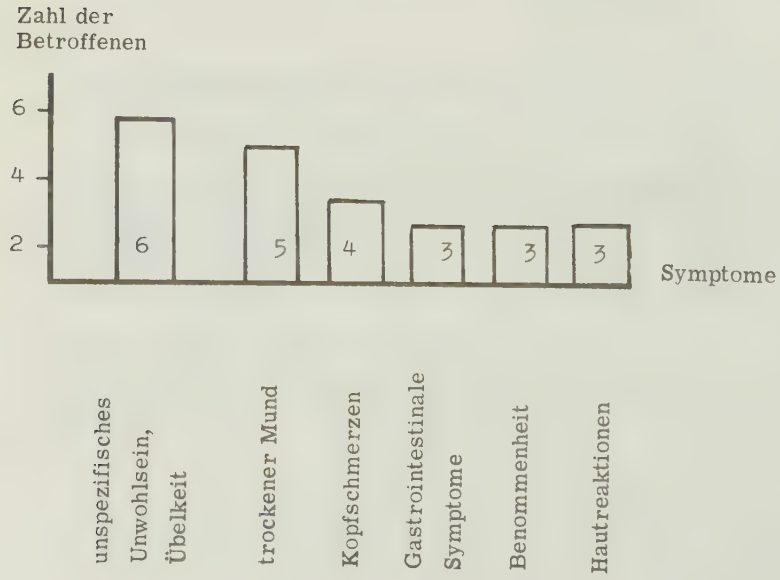
Ausgeprägtes Schwächegefühl und Unwohlsein, Plethora, möglicherweise handelte es sich um eine allergische Reaktion.

11. 5. Stoffgruppen und aufgetretene Symptome bei Vergiftungen

Organische Phosphorsäureester als Insektizide bzw. chlorierte Kohlenwasserstoffe mit der Häufigkeit der aufgetretenen Symptome (Angaben von 15 Landwirten mit Intoxikationen).




Organische Herbizide mit der Häufigkeit der aufgetretenen Symptome (Angabe von 15 Landwirten mit Intoxikation).



11.6. Vergiftungen bei verschiedenen anderen Pflanzenschutzmitteln

| | |
|---|---|
| Polytanol: | Von seiner Anwendung wurde in einem Fall berichtet. Es seien über den ganzen Tag anhaltende Kopfschmerzen aufgetreten. |
| Unden: | Von seiner Anwendung wurde in einem Fall berichtet, dabei sei ein Druckgefühl im Kopf aufgetreten. |
| Folidol, Carbolineum: | Von ihrer Anwendung wurde in drei Fällen berichtet. Einheitlich wurde von einem Brennen der Gesichtshaut berichtet. Unter Umständen kam es sogar zur Abschälung der Haut. |
| Chlorierte Kohlenwasserstoffe: | Von drei Landwirten, die chlorierte Kohlenwasserstoffe angewandt hatten, schilderte ein Landwirt einen Zwischenfall. Er spritzte mit der Rückenspritze auf dem Dachboden Perfektan (Lindan) gegen den Kornkäfer. Symptome: 10 Minuten anhaltende Übelkeit, Schwächegefühl, Hitzewallung im Kopf, Atemnot, an frischer Luft Besserung. |
| Anorganische Herbizide, Fungizide Beizmittel: | Hier gab es nur wenige vereinzelte Angaben über unspezifische, das subjektive Befinden nur wenig beeinträchtigende Symptome wie leichte vorübergehende Übelkeit, leichte Benommenheit. Bei Netzschwefel gab es einen Fall mit Angaben über Kopfschmerzen. |
| Kalkstickstoff: | Häufig wurde berichtet, daß man von der Anwendung abgekommen ist, weil Symptome wie Plethora, Benommenheit, innere Unruhe, allergische Reaktionen an sich selber oder an Familienmitgliedern beobachtet wurden. |

Wenn es auch noch eine beträchtliche Zahl von Landwirten gibt, die Kalkstickstoff mit der Hand streuen, so nimmt doch die Zahl derer zu, die das Streuen mit dem Düngerstreuer ausführen. Außerdem hat der geperlte Kalkstickstoff den gestäubten und geölten Kalkstickstoff fast ausnahmslos verdrängt.

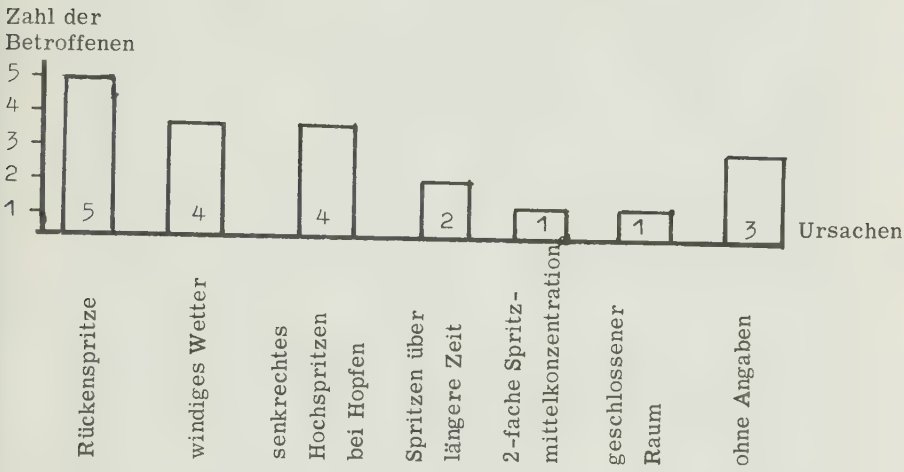
Nach den Berichten der Landwirte nimmt die Intoxikationshäufigkeit und -schwere aus drei Gründen ab:

1. Der geperlte Kalkstickstoff hat den geölten und gestäubten Kalkstickstoff abgelöst.
2. Der Kalkstickstoff wird heute seltener als früher mit der Hand gestreut. Stattdessen wird er im Düngerstreuer hinten am Traktor geführt und gestreut.
3. Nicht wenige Landwirte sind wegen der beobachteten Symptome und des relativ hohen Preises für Kalkstickstoff auf andere Düngemittel übergegangen.

11.7. Stoffgruppen und Angaben über Ursachen der Vergiftungen

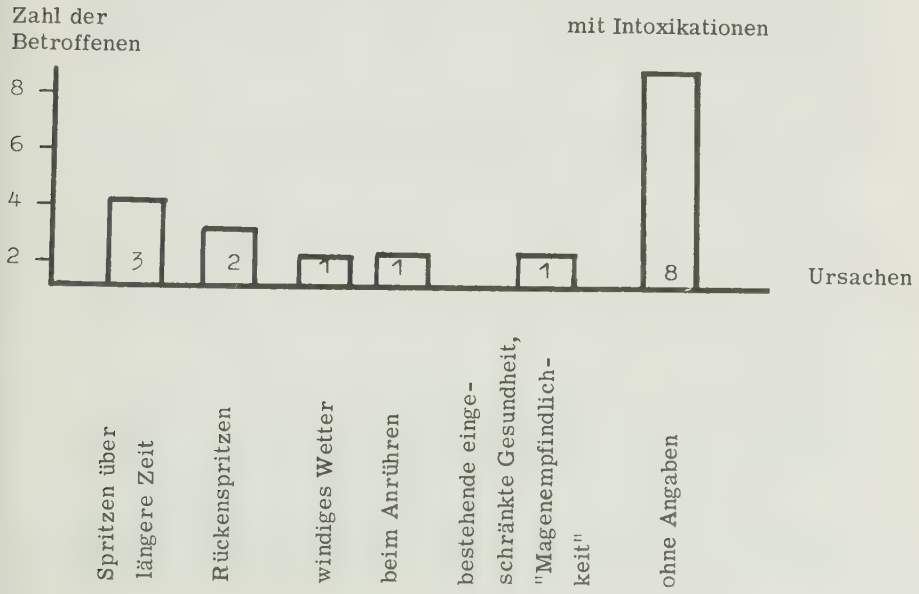
Organische Phosphorsäureester
chlorierte Kohlenwasserstoffe

Angaben von 15 Landwirten
mit Intoxikationen




Organische Herbizide

Angaben von 15 Landwirten
mit Intoxikationen



11. 8. Beschreibung von fünf Vergiftungsfällen bei vier Landwirten

Herr H. S. spritzte spätnachmittags bei windigem Wetter Perfekthion (ein Dimethoat) mit einer Rückenspritze. Ein Schwächegefühl zwang ihn, sich fünf Minuten hinzusetzen. Abends klagte er über Appetitlosigkeit, leichte Übelkeit, trockenen Mund und das Gefühl einer "verkrampften Muskulatur" im Bereich des Zungengrundes. Am nächsten Tag bestand noch ein deutliches Schwächegefühl.

Herr R. J. berichtete von zwei Zwischenfällen.
Bei windigem Wetter spritzte Herr J. E605 und Cupravit (ein Kupferpräparat) mit der Rückenspritze. Hierbei traten Oberbauchbeschwerden ("hohles Gefühl im Magen") und Brechreiz auf. Ein anderes Mal spritzt Herr J. ebenfalls bei windigem Wetter, mit einer Rückenspritze Perfekthion. Hierbei traten Symptome wie zuvor genannt auf, zusätzlich jedoch Muskelzuckungen im linken Unterarm mit einer Sensibilitätsstörung ("pelziges Gefühl") in diesem Bereich.

Bei Herrn H. R. treten bei zwei- bis dreitägigem Spritzen von E 605 mit der Feldspritze (hinter dem Traktor) Oberbauchbeschwerden mit Appetitlosigkeit auf, die fünf Tage anhalten, in dieser Zeit hütete er das Bett.

Herr F. S. berichtet von einer Intoxikation beim Spritzen von Hopfen mit Metasystox (Demeton) ohne Gesichtsmaske. Er gab an, daß er zwei Tage krank gewesen sei, schnellen Puls, Durchfall und Erbrechen hatte.

## 12. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Vergiftungen bei Insektiziden und Herbiziden

Schwere Intoxikationen beim Spritzen von Pflanzenschutzmitteln ereigneten sich vorwiegend bei der Anwendung von Insektiziden und hier besonders durch die Gruppe der organischen Phosphorsäureester. Ob die Intoxikationen bei Anwendung von chlorierten Kohlenwasserstoffen signifikant seltener oder weniger schwer sind, kann nicht ausgesagt werden, da chlorierte Kohlenwasserstoffe nur selten zur Anwendung kommen. Die Intoxikationsgefahr bei Anwendung von organischen Herbiziden, die sehr häufig angewandt wurden, war deutlich geringer. Diese entspricht der meist geringeren Toxizität.

Vergiftungen bei Kalkstickstoff

Im Falle einzelner sehr schwerer Intoxikationen bei der Anwendung von Kalkstickstoff wurde wieder besseren Wissens nach oder vor dem Streuen von Kalkstickstoff Alkohol getrunken, oder es wurde bei sehr windigem Wetter mit der Hand Kalkstickstoff gestreut. Geperlter Kalkstickstoff und Düngerstreuer haben die Intoxikationsrate und -schwere herabgesetzt. Die Gefahren sind im allgemeinen bekannt. Kommt es dennoch zu Intoxikationen mit Kalkstickstoff, so liegt das in der Regel an einer nachlässigen Einstellung gegenüber der drohenden Gefährdung.

Ursachen für die Vergiftungen durch Pflanzenschutzmittel

Die meisten schweren Intoxikationen traten bei windigem Wetter und der Verwendung von Rückenspritzgeräten auf. Hierbei trägt der Landwirt das Spritzrohr vor sich her, das Spritzmittel wird also vor ihm versprüht, und er tritt in den besprühten Raum fortwährend hinein, während er sich bei der am Traktor hinten geführten Feldspritze von der besprühten Fläche mit abgewandtem Gesicht wegbewegt.

Häufig wurde von Intoxikationen beim Spritzen von hochgewachsenen Hopfen berichtet, da hier das Pestizid senkrecht hochgesprüht wird

und der nicht haftende Teil sich wieder auf den Landwirt zubewegt. Schäden traten dann vor allem ein, wenn keine Gesichtsmaske getragen wurde. Das früher im Handel befindliche Präparat Systox war hier besonders gefährlich, da die perkutane Resorption außerordentlich hoch war. Beim Spritzen von Obstbäumen mit einer Motorspritze, die am Traktor hinten mit einem Spritzrohr mitgeführt wird, kann eine Abdeckhaube nützlich sein. Ein Landwirt berichtete, daß sein Traktor nach dem Spritzen immer weiß gewesen sei. Er spritzte E 605 und Netzschwefel.

Eine Verbesserung stellen die Niederdruck-Flachstrahldüsen dar. Hier wird das Spritzmittel knapp über der Erde mit vielen Düsen senkrecht in einem Strahl nach unten gespritzt. Der Druck beträgt ca. 5 atü. Bei alten Feldspritzen, die heute seltener geworden sind, wurde ein breiter kreisförmiger Strahl nach hinten aus wenigen Düsen abgegeben. Der Druck betrug ca. 20 atü und mehr. Hierbei entstand eine breite Streuung des Spritzmittels nach allen Seiten. Die Gefahr, daß der Landwirt von einer Spritzmittelwolke erfaßt wird, ist dann wesentlich höher.

Eine Gefährdung besteht, wenn auch meist nur für kurze Zeit, bei der Zubereitung und Umfüllung des Spritzmittels.

Von den Landwirten wird hier oft angegeben, sie würden "kurz etwas abbekommen". Dies trifft vor allem zu beim Anrühren des Pulvers, beim Zugeben der Flüssigkeit und beim Umrühren was in der Regel mit einem Holzstab und ohne Schutzmaßnahmen wie Handschuhe und Schutzmaske gehandhabt wird. Die "Fluid"-Präparate bieten dabei einen gewissen Vorteil, da sie nur noch verdünnt nicht angerührt werden müssen.

Ein ähnliches Problem besteht beim Umfüllen von Kalkstickstoff aus der Sackverpackung in den Düngerstreuer. Der Kalkstickstoff wird bei unvorsichtiger Handhabung dem Landwirt ins Gesicht gewirbelt.

Erste Hilfemaßnahmen bei Vergiftungen

Eine besondere Gefahr stellt die Unkenntnis von Erste Hilfemaßnahmen dar. So ist fast ohne Ausnahme unbekannt, daß das immer wieder angegebene Hausmittel "Milch" bei Vergiftungen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen geradezu gefährlich ist, da die Resorption durch die Lipoidlöslichkeit von chlorierten Kohlenwasserstoffen erhöht wird. Auch bei organischen Phosphorsäureestern ist eine Erhöhung der Resorption bei Einnahme von Milch durch die Phosphatreste und die Löslichkeit in organischen Mitteln denkbar und es ist deshalb in beiden Fällen anstelle von Milch lauwarmes Kochsalzwasser als Erbrechmittel anzuwenden. Kochsalzwasser ist jedoch bei Vergiftungen mit Hg-Salzen kontraindiziert. Hier kann Milch und Eiereiweiß angewandt werden. Kontraindikationen für Erbrechen sind Bewußtseinstrübung, Verätzungen, besonders durch Laugen, Vergiftungen durch organische Lösungsmittel oder Tenside.

Es sollte in solchen Bereichen besonderer Vergiftungsgefährdung immer medizinische Kohle zur Absorption von Giften zur Hand sein. Bei Bewußtlosigkeit ist auf stabile Seitenlagerung und freie Atemwege zu achten.

Für die Berufsschule, Baumwartkurse usw. besteht eine wichtige Aufgabe in der Unterweisung in Erste-Hilfemaßnahmen und Prävention von Unfällen.

Psychologische und sozialpsychologische Faktoren

Die Landwirte sind in hohem Maße abhängig von den Wetterbedingungen. Die Herbizide müssen in einem bestimmten Blattstadium des Getreides gespritzt werden. Auch die Insektizide können nur in einem bestimmten Zeitraum gespritzt werden. Die Karenzzeit muß eingehalten werden, damit keine Rückstände auf der Ernte verbleiben. Hinzu kommt, daß durch längere Anfahrtwege zum Feld und andere noch anstehende wetterabhängige Tätigkeiten auf dem Feld, eine rationelle zeitliche Koordination der Arbeit unbedingt erforderlich ist. Ein Landwirt, der durch schlechte Wetterverhältnisse unter Zeitnot gerät und nun an

einem windstillen Morgen die Spritzbrühe zubereitet hat und den unter Umständen langen Weg zum Feld gefahren ist, wird bei aufkommendem Wind nur ungern seine Spritztätigkeit unterbrechen. Er weiß zudem nicht, ob er am nächsten Tag mehr Glück haben wird.

Besonders bei älteren Landwirten ist ein Phänomen zu beobachten, das den Kliniker ebenso immer wieder verwundert: die Indolenz gegenüber Beschwerden und Gesundheitsschädigungen.

Die Frage wie sich die Aufmerksamkeit der Landwirte gegenüber Gesundheitsrisiken erhöhen läßt, muß man im Zusammenhang mit den allgemeinen Bemühungen, das Gesundheitsbewußtsein zu verstärken, sehen. Wer Gesundheitsvorsorgeuntersuchungen für nötig erachtet, wird schließlich auch ganz allgemein bemüht sein, Gesundheitsrisiken zu meiden. Technische Verbesserungen und die Herabsetzung der Toxizität der Gifte tragen wohl am meisten zur Verminderung der Intoxikationsrate und -schwere bei.

Technische und soziologische Faktoren bei Vergiftungen

Wie schon oben erwähnt, haben verschiedene technische Neuerungen der Intoxikationshäufigkeit und Intoxikationsschwere entgegengewirkt. Die hinten am Traktor geführten, mit niederem Druck betriebenen Flachstrahldüsen engen die Streuung des Spritzmittels ein, Traktoren mit Abdeckhauben bieten dem Landwirt mehr Schutz, Kalkstickstoff im Düngerstreuer geführt und gestreut ist weniger gefährlich als gestäubter Kalkstickstoff, außerdem kann der Landwirt auf andere Düngemittel ohne wirtschaftlichen Schaden ausweichen.

Der technische Stand der Landwirtschaftsbetriebe ist sehr unterschiedlich und ist sehr deutlich mitbestimmt von den Umstrukturierungsvorgängen der Landwirtschaft in europäischem Rahmen. Die Tendenz zur Spezialisierung und zu größeren Betriebsgrößen hin fördert einerseits die Ausbildung eines hohen technologischen Standards sowie eine höhere Qualifikation der Fachkräfte, andererseits zwingt es die kleineren Landwirtschaftsbetriebe durch die verschärften Konkurrenz zu einer

genauen Kalkulation der Amortisation von neuen Maschinen. Für einen kleineren Betrieb amortisiert sich eine neue Feldspritze mit Flachstrahldüsen, wenn überhaupt, erst nach langer Zeit. Die Unsicherheit darüber, ob der Nachwuchs den Hof einmal übernehmen wird, steht einer Modernisierung der Geräte zusätzlich entgegen.

Dort, wo der Pflanzenschutz in Lohnarbeit vorgenommen wird, besteht zwar meist eine moderne Ausrüstung und eine intensive Ausbildung, es besteht jedoch der Nachteil, daß diese Fachkräfte durch eine fortwährende Exposition gesundheitlich vermehrt gefährdet sind.

## 13. ERGEBNISSE IM VERGLEICH ZUR VORLIEGENDEN LITERATUR

Die berichteten Vergiftungen entsprechen den zu erwartenden Symptomen und den verschiedentlich beschriebenen kasuistischen Vergiftungsbildern. Neue toxikologische Erkenntnisse konnten von dieser Untersuchung nicht erwartet werden. Aufschlußreich war jedoch die hohe Quote leichter bis mittelschwerer Intoxikationen. Bei Organphosphorsäureestern hatten 15 von 34 Landwirten, also knapp die Hälfte, irgendwann einmal bei der Anwendung dieser Mittel subjektive Beschwerden, von denen wiederum ein Drittel, nämlich 5 Vergiftungen bei 4 Landwirten ernsterer, spezifischer Natur waren. Die Häufigkeit der Vergiftungen zeigt die Bedeutung der Arbeitshygiene bei der Unfallverhütung. Es sind dies Warnzeichen für drohende schwere Intoxikationen bei Zusammentreffen mehrere unglücklicher Umstände.

Die japanische Statistik registrierte allein in einer Saison 42% Intoxikationen, jedoch lag hier eine pro Person ausgedehntere Spritztätigkeit vor (11). Bei unserer Untersuchung waren eine Reihe von Landwirten dabei, die zum Zeitpunkt der Befragung nur noch selten spritzten und aus ihrer Erinnerung berichteten. Insgesamt bestätigt diese Untersuchung jedoch die japanische Statistik und die Untersuchung von SICHERER (66), die die hohe Gefährdung während der Spritztätigkeit zeigten, insbesondere stimmt diese Untersuchung mit der Feststellung Sicherers überein, daß ein sehr hoher Anteil an Intoxikationen bei Kenntnis und Einhaltung der gebotenen Vorsichtsmaßnahmen hätte verhütet werden können, wenn die im Pflanzenschutz Tätigen intensiver ausgebildet und medizinisch überwacht worden wären.

In enger Zusammenarbeit mit den Berufsorganisationen ist eine medizinische Überwachung aller im Pflanzenschutz Tätigen mit regelmäßigen, kostenfreien ärztlichen Untersuchungen erforderlich. In diesem Rahmen kann dann auch eine Beratung in gesundheitlichen Fragen erfolgen. Die Möglichkeit der Unterrichtung über Gesundheitsgefährdung im Pflanzenschutz muß während der Berufsausbildung intensiviert werden.

## 14. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird eine kurze Übersicht über die Entwicklung des Pflanzenschutzes und seine derzeitige Organisation und gesetzlichen Bestimmungen gegeben.

Die verschiedenen Pflanzenschutzmittel werden in ihrer Systematik dargestellt und ihre Toxikologie beschrieben.

Besonderen Wert wurde auf die Beschreibung technischer Bedingungen und Verhaltensweisen der im Pflanzenschutz Tätigen gelegt, weil sie oft auslösende Umstände für Vergiftungen darstellten.

Untersuchungsmethoden werden vergleichend erörtert, um weiterführende Untersuchungen anzuregen, die bei der hohen Quote an Vergiftungsfällen als notwendig und sinnvoll erscheinen. Ein Vergleich mit Arbeiten, die sich ein gleichgestelltes oder ähnliches Arbeitsthema gestellt haben, zeigt, daß die in der eigenen Untersuchung gefundene hohe Zahl an Vergiftungsfällen kein Sonderfall ist.

Es wurden bei der vorliegenden Untersuchung 61 Landwirte im Umkreis von Tübingen nach auftretenden Symptomen bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln befragt.

Es zeigte sich dabei, daß es eine erhebliche Zahl an leichteren Intoxikationen gibt, die statistisch nicht erfaßt werden. Bei Organphosphorsäureestern berichteten 15 von 34 Landwirten, also knapp die Hälfte, daß bei ihnen irgendwann einmal bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln Beschwerden auftraten. Ein Drittel hiervon, also fünf Vergiftungen, waren ernsterer Natur mit spezifischen Symptomen.

Die Bedeutung dieser Ergebnisse liegt darin, daß sie einen Mangel an Beachtung der notwendigen Vorsichtsmaßregeln bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erkennen lassen. Hauptursachen waren ungeeignete Spritzgeräte, die hohe Arbeitsplatzkonzentrationen erzeugten, Spritzen bei windigem Wetter, in geschlossenen Räumen, zu langes Spritzen, erhöhte Spritzkonzentrationen, das Nichttragen einer

geeigneten Schutzkleidung. Über die geeigneten Erste-Hilfemaßnahmen bestand große Unkenntnis.

Zur Erfassung von subchronischen Intoxikationen mit organischen Phosphorsäureestern und chronischen Intoxikationen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen, sowie zum Ausschluß von erhöhter Gefährdung durch bestehende Grundkrankheiten wäre eine regelmäßige ärztliche Untersuchung wünschenswert.

Eine breitere Aufklärung zur Unfallverhütung sollte von staatlichen Organen in Zusammenarbeit mit den Berufsorganisationen erfolgen. Empfehlenswert wäre die Pflicht zur Überprüfung der Spritzgeräte, ähnlich der TÜV-Überprüfung von Kraftfahrzeugen.

## 15. LITERATURVERZEICHNIS

1. ACKERMANN, H., ENGST, R.:
Vorkommen von phosphororganischen Insekticiden im Fetus
Arch. Toxikol. 26, 17-22 (1970)

2. AVAR, P., CZEGLÉDI-JANKÓ, G.:
Occupational exposure to aldrin:
clinical and laboratory findings.
Budapest
Brit. J. industr. Med., 27, 279-282 (1970)

3. BEHRBOHM, P., BRANDT, B.:
Über allergische und toxische Hautschäden bei der Herstellung und Verarbeitung von Hexachlorcyclohexan
Arch. Gewerbepath. u. Gewerbehygiene, 6, 16, (1935)

4. Biologische Bundesanstalt:
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin - Dahlem
Festveranstaltung und Internationales Kolloquium zum 75jährigen Jubiläum der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 154, Dezember 1973

5. BOELCKE, B., GAAZ, J.-W.:
Zur Frage der Lebertoxizität von Nitrostigmin (E 605 forte$^{R}$) und Obidoxim (Toxogonin$^{R}$) an Hunden
Arch. Toxikol., 23, 93-101 (1970)

6. BOYD, M.E., CHEN, C.P.:
LIN, S.J.
The Acute Oral Toxicity of Parathion in Relation to Dietary Protein
Arch. Toxikol. 26, 17-22 (1970)

7. BRAUN, H.:
Die Entwicklung des chemischen Pflanzenschutzes und ihre Auswirkungen.
Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfahlen H. 162
Köln und Opladen: Westdeutscher Verlag (1966)

8. BUNDESGESETZBLATT:
Verordnung über Anwendungsverbote und -beschränkungen für Pflanzenschutzmittel vom 23. Juli 1971

9. BUNDESGESETZBLATT, I.:
Pflanzenschutzgesetz vom 10. Mai 1968, 352, geändert durch das Einführungsgesetz zum Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 24. Mai 1968, 503

10. BUCKUP, H.:
Handlexikon der Arbeitsmedizin (1966),
Stuttgart, Verlag Thieme

11. BUXTORF, A.:
Arbeitstoxikologische Probleme der Schädlingsbekämpfungsmittel. Vorsorgeuntersuchungen im Arbeitsleben. Aktuelle Probleme der Arbeitstoxikologie.
Hrsg.: Klosterkötter, W., Schriftenreihe Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Arbeitshygiene, 29 A.W. Gentner Verlag, (1969)

12. CRAMER, H. H.:
Pflanzenschutz und Welternte
Leverkusen: Bayer 487-493 (1967)

13. DÖNHARDT, A., BRAUN, W.:
Vergiftungen in: Klinische Pathophysiologie,
Hrsg. Siegenthaler Thieme-Verlag (1973)

14. DOMSCHKE, S., ERDMANN, W. D.:
Erprobung eines neuen Antidot-Prinzips bei experimenteller DFP-Vergiftung
Arch. Toxikol. 25, 127-139 (1969)

15. EBERHARTINGER, Chr.:
Die diagnostische Bedeutung von Haarveränderungen bei Thalliumvergiftung
Zentralblatt Arbeitsmedizin 13, S. 144 (1963)

16. EHRHARDT, W. et al.:
Zur Frage der Gesundheitsgefährdung in der Landwirtschaft bei der Anwendung von Saatbeizmitteln, die organische Quecksilberverbindungen enthalten.
in: Zschr. für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete 7, S. 540-543, 1970

17. EHRLICHER, H.:
Überwachungsuntersuchungen in Pflanzenschutzbetrieben, ständige Konferenz der Werksärzte, Frühjahrstagung des Verbands Deutscher Werksärzte (8.-11. 5. 68, Hamburg).
H. HERRMANN u. R.-D. BERENSMANN,
Stuttgart: Gentner 1969

18. EICHLER, W.:
Insekticide Heutzutage, S. 7, 33 f.
VEB-Verlag Volk und Gesundheit Berlin (1954)

19. FARAGÓ, A., ZIPF, K.E., ARNDT, Th., HEINTZ, R.:
Klinische Beobachtungen bei einer Phostoxin-Vergiftung
Archiv Toxikol. 22, 209-222 (1967)

20. FARAGÓ, A.:
Fatal Suicidal Malathion Poisoning
Arch. Toxikol. 23, 11-16 (1967)

21. FARAGÓ, A.:
Tödliche, suicidale Phosdrinvergiftung
Archiv Toxikol. 23, 233-236 (1968)

22. FAZEKAS, I.G., RENGEL, B.:
Methylparathiongehalt menschlicher Organe nach tödlichen "Wofatox"-Vergiftungen
Archiv. Toxikol. 22, 381-386 (1967)

23. FISCHER, R., PLUNGER, Chr.:
Nachweis und quantitative Bestimmung von Phosphor-Insektiziden im biologischen Material
Arch. Toxikol. 21, 104-120 (1965)

24. FISCHER, F. und PLAZER-ALTENBURG:
Nachweis von Phosphor-Insecticiden in biologischem Material
Arch. Toxikol. 25, 216-222 (1969)

25. GELDMACHER-v. MALLINCKRODT, M., WEIGEL, U.:
Nachweis von Systox und Metasystox durch Schwermetallkomplexverbindungen
Archiv Toxikol. 20, 114-126 (1963)

26. GELDMACHER-v. MALLINCKRODT, M.:
Unterschiedliche Reaktion menschlicher Serum-Cholinesterasen mit E 600
Arch. Toxikol. 25, 223-228 (1969)

27. GIBITZ, J.H.:
Über eine tödliche Vergiftung mit Calciumphosphid
Arch. Toxikol. 20, 337-340 (1964)

28. GRUND, W.:
Atemschutz beim Umgang mit Schädlingsbekämpfungsmittel. Atemschutzinformationen 3 H. 2 (1964)

29. HILF, H.H., KAMINSKY, G., REINBEK:
in: BAADER E.W. Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin IV. Band, Arbeitshygiene 2. Teilband
S. 664, Arbeitshygiene in der Forstwirtschaft Urban u. Schwarzenberg
Berlin 1963

30. HÖGGER, D., SCHLEGEL, H.:
Leitfaden der Arbeitsmedizin,
BERN, HUBER (1973)

31. HOOGENDAM, VERSTEEG, J.P.J., de VLIEGER, M.:
Nine Years Toxicity Control In Insecticide Plants
Arch. Environ Health, 10, Rotterdam,
March 1965

32. IBE, K., COPER, H., BARCKOW, D., ERDMANN, W. D.:
Innere Medizin in Praxis und Klinik,
Hrsg. HORNBOSTEL, H., KAUFMANN, W.,
SIEGENTHALER, W., 18-11, 18-21 bis 26 (1973)

33. KEMPER, H.:
Geschichte der Schädlingskunde
Berlin: Duncker & Humblot 213-214, 280-296 (1968)

34. KIMMERLE, G.:
Comparison of the Antidotal Actions of Tetraethylammonium Chloride and Atropine in Acute Poisoning of Carbamate Insecticides in Rats
Arch. Toxikol. 27, 311 (1971)

35. KINKEL, J., MUACEVIĆ, R., SEHRING, R., BODENSTEIN, G.:
Zur Toxikologie von Bromophos
Archiv Toxikol. 22, 36-57 (1966)

36. KLIMMER, O. R.:
Toxikologische Probleme im Pflanzenschutz. Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen.
H. 162 S. 33, Köln und Opladen, Westdeutscher Verlag (1966)

37. KLOTZSCHE, C.:
Zur Frage der potenzierenden Wirkung von Phenothiazinderivaten und insecitciden Phosphorsäureestern
Int. Archiv für Gewebepathologie und Gewebehygiene 22, 27-34 (1966)

38. KLOTZSCHE, C.:
Toxikologische Untersuchungen mit dem systemischen Phosphorsäureester Formothion
Int. Archiv für Gewebepathologie und Gewebehygiene
22, 246-261 (1966)

39. KOCH, W.:
Unkrautbekämpfung, Stuttgart, ULMER 1970

40. KOELSCH, F. Handbuch der
Berufserkrankungen
Hrsg.: KERSTEN, E.
VEB, Gustav-Fischer-Verlag, Jena 4. Aufl., Teil I

41. KURTH, H.:
Chemische Unkrautbekämpfung, Jena FISCHER 1960

42. LAND- UND HAUSWIRTSCHAFTLICHER
AUSWERTUNGS- UND INFORMATIONS-
DIENST, e.V.: Bonn Bad Godesberg
Pflanzenschutz in der Bundesrepublik Deutschland
1973

43. LINDBERG, A.:
Krankheitserscheinungen durch Umgang mit Pflanzenschutzmitteln,
Tübingen, Dissertation (1974)

44. MAIER - BODE, H.:
Pflanzenschutzmittel-Rückstände Insekticide,
Stuttgart, Ulmer (1965)

45. MAIER - BODE, H.:
Herbizide und ihre Rückstände
Stuttgart, Ulmer (1971)

46. MAK-WERTE 1975
Deutsche Forschungsgemeinschaft Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

47. MEINECKE, K. H., OETTEL, H.:
Mikromethode zur Bestimmung der Acetylcholinesterase-Aktivität in Erythrocyten und Plasma von Mensch und Tier
Archiv Toxikol. 21, 321-332 (1966)

48. MELNIKOV, N. N.:
Chemistry of Pesticides, Ed. Gunther
J. D. New York, Springer, 441-447 (1971)

49. MOESCHLIN, Sven:
Klinik und Therapie der Vergiftungen
Stuttgart, Thieme, 347 ff. (1972)

50. O'BRIEN, R. D.:
Insecticides, Action and Metabolism
New York and London Acad. Pr. 111-125, 136-140, 184-187 (1967)

51. O'BRIEN, R. D., YAMAMOTO, I.:
Biochemical Toxicology of Insecticides,
New York and London Acad. Pr. (1970)

52. OHNESORGE, F. K., SPRETER von KREUDENSTEIN, H.:
Hemmung der Cholinesterase-Aktivität vonErythrocyten, Ventrikelmuskulatur und Gehirn vom Meerschweinchen durch subchronische und akute Vergiftungen mit Diisorpropylphosphorofluoridat (DEP) und ihre Reaktivierbarkeit durch Obidoxim
Archiv Toxikol. 26, 102-116 (1970)

53. PEISSAKOWITSCH, I.:
Pathomorphologische Veränderungen der inneren Organe und Drüsen mit innerer Sekretion bei Dinitrophenolvergiftung (DNP)
Arch. f. Gewebepath. und Gewebehygiene, 6, 160, (1935)

54. PENSOLD, A. und BOHN, G.:
Tödliche Vergiftung mit Mevinphos (PD 5 "Merck")
Archiv für Toxikol. 21, 163-167 (1965)

55. PETERSOHN, F.:
Kasuistische Beiträge zu ungewöhnlichen E 605-Vergiftungen
Archiv Toxikol. 21, 168-174 (1965)

56. BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, BRAUNSCHWEIG
Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1972

57. PICKERING, C.E. and PICKERING, R.G.:
Methods for the Estimation of Acetylcholinesterase Activity in the Plasma and Brain of Laboratory Animals Given Carbamates of Organophosphorus Compounds
Arch. für Toxikol. 27, 292-310 (1971)

58. REINHOLD, R., BOLLAND, J.:
Zur Frage der zentral ausgelösten Hyperthyreose durch Dinitro-orthokresol
Int. Arch. für Gewebepath. und Gewebehygiene 23, 163-167 (1967)

59. REINL, W.:
Alkoholüberempfindlichkeit nach Umgang mit dem Fungizid Tetramethylthiuramdisulfid (TMTD)
Archiv für Toxikologie 22, 12-15 (1966)

60. RÖNNEBECK, H.:
Zur Anwendung moderner Kontaktinsektizide vom Standpunkt der Ernährungshygiene
Das Deutsche Gesundheitswesen Jg. 14 Vortrag 12. Juni 1957

61. SANDIFER, S.H., KEIL, J.E., FINKLEA, J.F., GADSDEN, R.H.:
Pesticide Effects on Occupationally Exposed Workers.
Industrial Medicine and Surgery Vol. 41, Nr. 5 (1972)

62. SCHLIPKÖTER, H.-W., FODOR, G., WINNEKE, G.:
Gefährdung durch organische Lösungsmittel am Arbeitsplatz, dargestellt am Beispiel des Dichlormethans
in: Arbeitsmedizin, Sozialhygiene, Arbeitshygiene 5, 253-256 (1970)

63. SCHNEIDER, Chr.:
Berufserkrankungen durch Schädlingsbekämpfungsmittel,
Dissertation, Tübingen 1972

64. SCHÜTTMANN, W.:
Polyneuritis nach beruflichem Kontakt mit DDT
Zeitschrift für die gesamt Hygiene und ihre Grenzgebiete, 5, (1966)

65. SCHWENKE, W.:
Zwischen Gift und Hunger, 4-22 Berlin ,
Springer-Verlag (1968)

66. SICHERER, C. A. F. W.:
Kunstmeststoffenen Bestrijdinsmiddelen,
Dissertation Universität Assen, Niederlande 1965

67. STOECKEL, H., MEINECKE, K. H.:
Über eine gewerbliche Vergiftung durch Mevinphos
Arch. für Toxikol. 21, 284-288 (1966)

68. THIER, H. P.:
Analysengang zur Ermittlung von Pestizidrückständen in Pflanzenmaterial. Eine Schnellmethode zur Lebensmittelüberwachung (1972)

69. WAGNER, R., ZERLOTT, G.:
Die Berufskrankheiten nach der 7. BKO
Köln, Kohlhammer (1968)

70. WEICHARDT, H.:
Hautschäden durch Holzschutzmittel
Berufsdermatosen 18, 61-69 (1970)

71. WENDER, M., OWSIANOWSKI, M.:
On a successfully Treated Acute Oral Paraoxone (E 600) Poisoning.
Archiv f. Toxikol. 25, 329-332 (1969)

72. WEST, T. F., CAMPBELL, G. A.:
DDT and newer perstistent Insecticides London,
Chapman & Hall, (1950)

73. WINKLER, K.O., ARENT, H.:
Arbeitsmedizinische Untersuchungen bei der Anwendung des Insektizids "Mevinphos" (Phosdrin), einem organischen Phosphorsäureester, im Hopfenbau
Zentralblatt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz, 17, 373-381 (1967)

74. WIRTH, W., HECHT, G., GLOXHUBER, Chr.:
Toxikologie-Fibel, Stuttgart,
Thieme-Verlag (1971)

75. WÜHRER, J.:
Leitfaden für die Prüfung zur Zulassung zum Vertrieb von giftigen Pflanzenschutzmitteln,
Hrsg. Ludewig, K., München, Barth-Verlag (1954)

76. ZWACK, K.:
Berufsschäden, Berufskrankheiten, Berufsschadensstoffe bei Pflanzenbau und Tierwirtschaft, München TH, Fak. f. Medizin, Dissertation (1969)

77. OHNE ANGABE DES VERFASSERS:
Obst und Garten: Pflanzenschutzsonderheft 1972,
Organ des Landesverbandes für Obstbau, Garten und Landschaft e.V.,
Verlag Eugen Ulmer

## LEBENSLAUF

| | |
|---|---|
| Geboren: | 12. Februar 1946 in Isny/Allgäu |
| 1953 - 1963: | Volksschule und Progymnasium Isny |
| 1963 - 1966: | Gymnasium Ehingen/Donau |
| 1966 : | Abitur |
| 1966 - 1967: | Germanistik, Romanistik an der Universität Tübingen |
| 1967 - 1974: | Studium der Humanmedizin an der Universität Tübingen |
| 30.07.1974: | Staatsexamen |
| 1974 - 1975: | Medizinalassistentenzeit im Kreiskrankenhaus Schwäbisch-Gmünd und in der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Tübingen |
| 1975 - 1976: | Anaesthesie im Kreiskrankenhaus Albstadt-Ebingen |
| ab April 76: | Innere Abteilung des Kreiskrankenhauses Balingen, Assistenzarzt |